



Gunadi

Teknik Bodi Otomotif

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Gunadi

TEKNIK BODI OTOMOTIF

JILID 3

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

TEKNIK BODI OTOMOTIF JILID 3

Untuk SMK

Penulis Utama : Gunadi

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

GUN	GUNADI
t	Teknik Bodi Otomotif Jilid 3 untuk SMK /oleh Gunadi ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008. ix. 211 hlm Daftar Pustaka : A1-A3 Glosarium : B1-B7 ISBN : 978-979-060-051-5 978-979-060-054-6

Diterbitkan oleh
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

Pengantar Penulis

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya atas kehendak dan ridho-Nya maka Buku Teknik Bodi Otomotif yang dirancang untuk siswa SMK Program Keahlian Teknik Bodi Otomotif ini dapat terselesaikan. Buku ini disusun sesuai dengan kurikulum SMK 2004 yang menerapkan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis kompetensi.

Kemajuan teknologi dibidang teknologi otomotif yang diiringi dengan meningkatnya perekonomian masyarakat menyebabkan jumlah kendaraan bertambah dengan cepat. Untuk melakukan perawatan dan perbaikan kendaraan diperlukan tenaga kerja yang kompeten di bidangnya. Di masa yang akan datang, tentunya peluang teknisi khususnya di bidang perbaikan bodi otomotif menjadi lebih terbuka dan luas dimasa yang akan datang.

Dengan mempelajari buku ini diharapkan dapat mewujudkan lulusan SMK Program Keahlian Teknik Bodi Otomotif menjadi tenaga kerja yang mandiri, mampu berwirausaha, mampu mengembangkan pelayanan sebagai teknisi bodi otomotif yang ada di dunia usaha dan dunia industri, dan mampu melakukan pekerjaan sebagai teknisi bodi otomotif yang profesional.

Buku ini terdiri dari pokok bahasan dasar-dasar bodi kendaraan, peralatan yang digunakan dalam perbaikan bodi kendaraan, teknik pengelasan, teknik perbaikan bodi, fiberglass, sampai dengan pengecatan. Dengan menguasai materi dalam buku ini, diharapkan akan membantu siswa menjadi tenaga kerja yang memiliki kompetensi di bidang bodi kendaraan untuk memasuki dunia kerja, atau sebagai bekal melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi lagi.

Penulis menyadari, dalam penyusunan buku Teknik Bodi Otomotif ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis dengan ikhlas bersedia menerima kritik dan saran demi lebih sempurnanya buku ini.

Akhirnya penulis menghaturkan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu menyelesaikan buku ini, dan semoga buku ini bermanfaat.

Penulis

Daftar Isi

Pengantar Direktur Pembinaan SMK	i
Pengantar Penulis	ii
Daftar Isi	iii
Peta Kompetensi	viii
JILID 1	
1. Pendahuluan	1
1.1. Sejarah Bodi Kendaraan	2
1.2. Konstruksi Bodi Kendaraan	4
1.3. Desain Bodi Kendaraan.....	9
1.4. Mesin	13
1.5. Metode Sambungan	16
1.6. Metode Perbaikan Bodi	18
1.7. Pengecatan	19
2. Keselamatan dan Keselamatan Kerja.....	22
2.1. Sebab-sebab Kecelakaan Kerja	23
2.2. Bahaya Terjadinya Kebakaran	30
3. Menggambar Teknik.....	40
3.1. Peralatan gambar	40
3.2. Dasar Menggambar Teknik	46
3.3. Proyeksi.....	49
3.4. Ukuran	52
3.5. Toleransi.....	54
3.6. Simbol-simbol	55
4. Alat-alat Ukur	57
4.1. Penggaris (Mistar)	57
4.2. Penggaris Siku	59
4.3. Straightedge	60
4.4. Meter Pita	60
4.5. Busur derajat	61
4.6. Screw Pitch Gauge	62
4.7. Jangka sorong	62
4.8. <i>Dial indicator</i>	64
4.9. Spooling	66
4.10. Tram gauge	67
4.11. Wheel Balancer	67
4.12. Tyre gauge	69
4.13. <i>Tracking</i>	69
5. Alat-alat Tangan.....	71
5.1. Obeng.....	72

5.2. Kunci pas dan ring.....	74
5.3. Kunci Shock.....	75
5.4. Kunci hexagonal dan kunci bintang.....	79
5.5. Kunci Inggris.....	80
5.6. Kunci pipa.....	82
5.7. Kunci momen.....	82
5.8. Tang	84
5.9. Gunting dan pemotong plat	85
5.10. Palu	86
5.11. Dolly.....	90
5.12. Body spoon.....	92
5.13. Gergaji	92
5.14. Kikir.....	94
5.15. Pahat	95
5.16. Penitik.....	97
5.17. Penggores	97
5.18. Jangka penggores	98
5.19. Skrap	100
5.20. Ragum/ cekam	100
5.21. Sikat logam.....	102
5.22. Kape dempul	103
5.23. Tap dan snei.....	103
5.24. Bolt Extractor	107
6. Alat-alat Hidrolik	108
6.1. Pengertian	109
6.2. Alat-alat Pengangkat	110
6.3. <i>Hydraulic Power Jack</i>	114
6.4. <i>Attachment</i>	117
6.5. Peralatan Tekan	120
6.6. Peralatan Tarik	121
6.7. <i>Body-Frame Straighteners</i>	123
6.8. <i>Anchor pots</i>	127
6.9. Keselamatan kerja dengan peralatan hidrolik	132
JILID 2	
7. Las Oxyacetylene	133
7.1. Teori Dasar Las Oxyacetylene	133
7.2. Acetylene.....	134
7.3. Oksigen	137
7.4. Api Oxyacetylene.....	137
7.5. Peralatan Las Oxyacetylene.....	141
7.6. Bahan tambah	162
7.7. Prosedur pengelasan dengan Oxyacetylene.....	162
7.8. Pemotongan dengan Oxyacetylene	180
8. Las Busur Nyala Listrik.....	188
8.1. Klasifikasi las busur nyala listrik	188

8.2. Prinsip las busur nyala listrik	189
8.3. Parameter pengelasan	192
8.4. Peralatan las busur nyala listrik	195
8.5. Perlengkapan mengelas	203
8.6. Prosedur pengelasan busur nyala listrik	206
9. Teknik Pematrian	229
9.1. Proses terjadinya ikatan patri	232
9.2. Prosedur dan aturan dasar pematrian	234
9.3. Klasifikasi pematrian secara umum	244
9.4. Peralatan pematrian	250
9.5. Pematrian lunak pada logam berat	252
9.6. Pematrian Keras pada logam berat	253
9.7. Aplikasi Sambungan Pematrian pada beberapa Konstruksi	260
9.8. Keseamatan Kerja	266
10. Metode Sambungan	268
10.1. Rivets (keling)	268
10.2. Sekrup (screw)	275
10.3. Baut dan mur	277
10.4. <i>Push-On clip</i>	299
10.5. Perekat/Adhesive	306
JILID 3	
11. Abrasive dan Peralatan	315
11.1. Material abrasive	315
11.2. Peralatan abrasive	318
11.3. Peralatan Pendukung	325
11.4. Keselamatan Kerja dan Prosedur menggerinda	331
12. Fiberglass	334
12.1. Bahan pembuat fiberglass	336
12.2. Peralatan Fiberglass	339
12.3. Pembuatan fiberglass	340
12.4. Perbaikan bodi fiberglass	343
12.5. Keselamatan kerja	344
13. Komponen Bodi Kendaraan	345
13.1. Konstruksi Luar	345
13.2. Konstruksi Dalam	346
13.3. Lantai	347
13.4. Engine hood	348
13.5. Fender	352
13.6. Cowl dan Dash Panel	354
13.7. Atap Kendaraan	354
13.8. Bodi Belakang	356

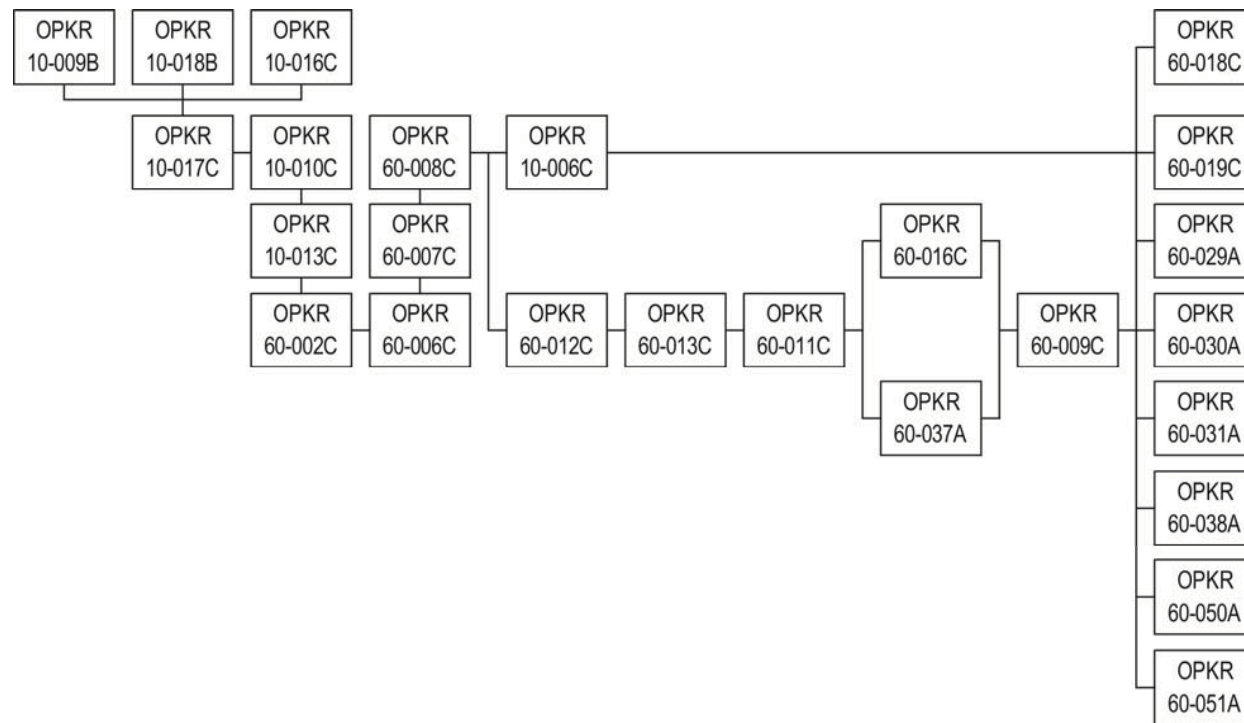
13.9. Pillar Tengah	356
13.10. Pintu Kendaraan	357
13.11. Deck Lid	361
13.12. Bumper	363
13.13. Kaca Kendaraan	364
13.14. Plafon Kendaraan	365
13.15. Tempat Duduk	368
13.16. Dashboard Kendaraan	370
13.17. Grill dan Moulding	372
14. Kaca Kendaraan	373
14.1. Peralatan, perawatan dan perbaikan kaca	374
14.2. Adhesive (perekat)	376
14.3. <i>Windshield</i>	380
14.4. Kaca Belakang	386
14.5. Kaca samping	389
15. Teknik Perbaikan Bodi	392
15.1. Tegangan dan Ragangan	394
15.2. Teknik vacuum <i>cup</i>	399
15.3. Teknik Batang Penarik dengan <i>sliding hammer</i>	400
15.4. Teknik Perbaikan dengan alat hidrolik	402
15.5. Teknik batang pengungkit (<i>pry bar</i>)	403
15.6. Teknik On-Dolly Hammering	403
15.7. Teknik Off-Dolly Hammering	406
15.8. Teknik Pengikiran	406
15.9. Teknik <i>Hot Shrinking</i>	407
15.10. Teknik Pemotongan bodi	408
16. Kelistrikan Bodi	410
16.1. Baterai	410
16.2. Jaringan Kabel	412
16.3. Kawat dan kabel	412
16.4. Komponen Pelindung	413
16.5. Komponen Penghubung	413
16.6. Baut massa	415
16.7. Sambungan (<i>connector</i>)	416
16.8. Pengaman sirkuit	417
16.9. Switch dan relay	419
16.10. Wiring Diagram	421
16.11. Sistem Penerangan	422
16.12. Wiper dan Washer	430
16.13. Meter kombinasi	435
16.14. Air Conditioner (AC)	439
17. Peralatan Pengecatan	442

17.1. Kompresor Udara	442
17.2. <i>Air Transformer/Regulator</i>	444
17.3. Selang Udara.....	445
17.4. Ruang Cat (<i>Spray Booths</i>)	446
17.5. Ruang Pemanas (<i>Oven</i>).....	448
17.6. <i>Spray Gun</i>	449
17.7. <i>Air brush pen kit</i>	459
17.8. Blok Tangan	459
17.9. <i>Sander</i>	460
17.10. Pengaduk/ <i>Paddle</i>	461
17.11. <i>Spatula (Kape)</i>	461
17.12. Pistol Udara	462
17.13. Papan Pencampur	462
17.14. Kertas Masking	462
17.15. Masker Pernafasan.....	463
18. Bahan-bahan Pengecatan.....	464
18.1. <i>Refinishing</i> Material	464
18.2. Cat	468
18.3. Masking	471
19. Proses Pengecatan	476
19.1. Persiapan Permukaan	476
19.2. Aplikasi Dempul	477
19.3. Pengamplasan.....	477
19.4. Prosedur Masking.....	478
19.5. Pengoperasian <i>Spraygun</i>	489
19.6. Pengecatan Akhir	494
19.7. Spot Repainting	497
19.8. Membersihkan <i>spraygun</i>	497
19.9. Pengkilapan dan pemolesan	498
Daftar Pustaka	A1-A3
Glosarium	B1-B7

Teknik Bodi Otomotif

DIAGRAM PENCAPAIAN KOMPETENSI

Diagram ini menunjukkan tahapan atau tata urutan kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta didik dalam kurun waktu yang dibutuhkan serta kemungkinan multi exit-multi entry yang dapat diterapkan.



Teknik Bodi Otomotif

KETERANGAN

OPKR 10-009B	Pembacaan dan pemahaman gambar teknik
OPKR-10-018B	Kontribusi komunikasi di tempat kerja
OPKR 10-016C	Mengikuti Prosedur Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan.
OPKR 10-017C	Penggunaan dan Pemeliharaan Peralatan dan Perlengkapan Tempat Kerja.
OPKR 10-010C	Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Ukur.
OPKR 10-013C	Pelaksanaan pemeriksaan keamanan/kelayakan kendaraan
OPKR 10-006C	Melaksanakan prosedur pengelasan, pematian, pemotongan dengan panas dan pemanasan
OPKR 60-002C	Melaksanakan pekerjaan sebelum perbaikan
OPKR 60-006C	Melepas, menyimpan dan mengganti/memasang panel-panel bodi kendaraan, bagian-bagian panel dan perangkat tambahannya
OPKR 60-012C	Mempersiapkan permukaan untuk pengecatan ulang
OPKR 60-007C	Melepas dan mengganti/mengepas pelindung moulding, transfer/gambar-gambar hiasan, stiker dan decal/lis, spoiler
OPKR 60-008C	Melepas dan mengganti rangkaian/listrik/unit elektronik
OPKR 60-013C	Mempersiapkan bahan dan peralatan pengecatan
OPKR 60-011C	Melaksanakan prosedur masking
OPKR 60-009C	Memasang perapat komponen kendaraan
OPKR 60-016C	Mempersiapkan komponen kendaraan untuk perbaikan pengecatan kecil
OPKR 60-037A	Mempersiapkan dan mengecat komponen-komponen plastik
OPKR 60-018C	Pelaksanaan pengkilatan dan pemolesan
OPKR 60-019C	Memilih dan menggunakan hiasan/trim berperekat
OPKR 60-029A	Membuat (fabrikasi) komponen fiberglas/bahan komposit
OPKR 60-030A	Memperbaiki komponen fiberglas/bahan komposit
OPKR 60-031A	Memperbaiki komponen bodi menggunakan dempul timah (lead wiping)
OPKR 60-038A	Melaksanakan pemasangan anti karat dan peredam suara
OPKR 60-050A	Membersihkan permukaan kaca
OPKR 60-051A	Melakukan pembersihan setempat permukaan luar/dalam

Abrasif merupakan material yang keras dan tajam yang digunakan untuk mengikis permukaan benda kerja yang lebih lunak. Penggunaan abrasif adalah dengan cara menggosokkan material abrasif tersebut pada permukaan benda kerja yang akan dikikis. Abrasif digunakan pada peralatan-peralatan berikut: batu pengasah, gerinda, pemotong logam, atau dengan dilekatkan pada material lentur (*coated abrasives*).



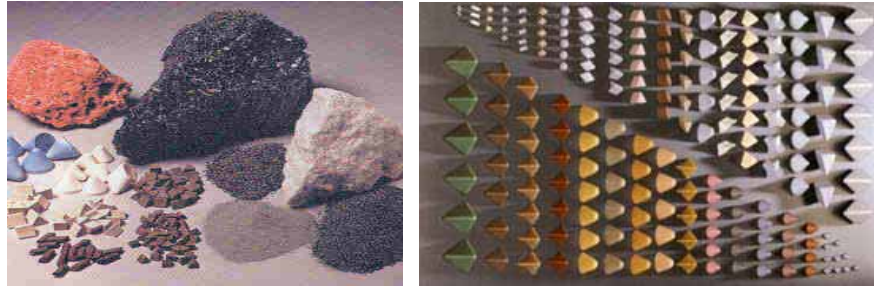
Gambar 11.1. Pekerjaan Memanfaatkan Peralatan Abrasif

11.1. Material Abrasif

Terdapat beberapa bahan mineral yang saat ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan material abrasif. Batu api (flint), batuan *garnet*, dan batu gosok (*emery*), ketiganya merupakan bahan mineral alami. Dua bahan lainnya merupakan bahan abrasif sintetis, yaitu *silicon carbide* dan *aluminium oxide*.

Batu api atau batuan api kwarsa banyak ditemukan di belahan dunia, namun tidak semua batu api tersebut dapat digunakan sebagai abrasif. Batu api yang baik digunakan sebagai abrasif adalah batu api yang berwarna keabu-abuan hingga agak merah muda.

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 11.2. Material Abrasif

Bongkahan batu api yang diperoleh dari perut bumi kemudian dipecah-pecah menjadi butiran yang ukurannya ditentukan menurut kekasaran abrasif yang akan dibuat. Butiran batu api kemudian dilekatkan pada *material backing* dari bahan kertas, yang biasa disebut sebagai *flint sandpaper*. Material abrasif yang terbuat dari batu api ini mempunyai karakter cepat tumpul, tidak dapat mempertahankan ketajamannya dalam jangka waktu yang lama.

Batuan garnet dalam ukuran dan tingkat kemurnian yang lebih besar merupakan batu mulia yang banyak digunakan sebagai perhiasan. Batuan garnet yang berukuran lebih kecil dan memiliki tingkat kemurnian yang rendah dipecah-pecah untuk kemudian digunakan sebagai material abrasif yang biasa disebut sebagai *garnet sandpaper*. Batuan garnet memiliki keuletan dan kekuatan yang sangat tinggi, sedikit dibawah batu intan (*diamond*). Pada saat digunakan untuk mengikis benda kerja, butiran garnet yang terpecah dengan sendirinya akan membentuk permukaan baru yang tajam. Hal ini menyebabkan *garnet sandpaper* memiliki daya kikis dan daya tahan yang sangat baik sehingga dapat digunakan untuk pemakaian yang lama.

Batu gosok memiliki kekerasan yang sangat tinggi, banyak digunakan sebagai material abrasif dalam bentuk bubuk, butiran, ataupun dalam ukuran yang lebih besar yang digunakan pada pekerjaan gerinda (*grinding*) ataupun pengkilapan (*polishing*). Batu gosok berwarna hitam, tersusun oleh unsur oksida besi (*iron oxide*) dan *corundum (aluminium oxide)*. Pada saat dipecah-pecah, butiran batu gosok yang terbentuk lebih bulat dibandingkan dengan butiran batu api ataupun garnet. Oleh sebab itu batu gosok lebih banyak digunakan pada pekerjaan pengkilapan daripada untuk pemotongan.



Gambar 11.3. *Polisher*

Silicon carbide merupakan bahan abrasif sintetis, terbuat dari campuran pasir dan karbon melalui proses pengerjaan pada dapur listrik. Butiran kristalnya sangat keras dan tajam. *Silicon carbide* banyak digunakan sebagai abrasif dalam bentuk *sandpaper*.

Aluminium oxide juga merupakan bahan abrasif sintetis, dibuat dari bauksit (merupakan salah satu bentuk dari tanah liat) yang dicampur dengan arang kokas dan serbuk besi. Campuran ketiga unsur bahan tersebut kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu tinggi di dalam dapur listrik. Material yang dihasilkan dari dapur listrik tersebut berwarna merah kecoklat-an, kemudian dipecah menjadi butiran-butiran kristal. Butiran kristal yang dihasilkan kasar dan menggumpal, tidak mudah pecah sehingga mampu bertahan dengan baik pada beban kerja yang berat.

Aluminium oxide sangat sesuai digunakan pada pekerjaan gerinda dan pemotongan benda kerja yang terbuat dari baja dan logam keras lainnya. Dibandingkan dengan material abrasif yang telah disebutkan di atas, *aluminium oxide* merupakan material abrasif yang memiliki kekuatan dan ketahanan yang paling baik.

Material abrasif dari bahan batu api dan batu gosok lebih cocok digunakan pada pekerjaan rumah tangga, sedangkan *garnet*, *silicon carbide* dan *aluminium oxide* banyak digunakan pada pekerjaan industri. Pada pekerjaan perbaikan dan penyelesaian bodi otomotif, *silicon carbide* dan *aluminium oxide* merupakan material abrasif yang paling banyak digunakan.

Teknik Bodi Otomotif

11.2. Peralatan Abrasif

Amplas (*Sandpaper*)

Amplas berfungsi untuk mengikis/menghaluskan permukaan benda kerja dengan cara digosokkan. Halus dan kasarnya kertas amplas ditunjukkan oleh angka yang tercantum dibalik kertas amplas tersebut. Semakin besar angka yang tertulis menunjukkan semakin halus dan rapat susunan pasir amplas tersebut. Pada pekerjaan perbaikan dan penyelesaian bodi otomotif, amplas digunakan untuk menggosok lapisan cat, dempul atau surfacer. Terdapat berbagai macam amplas berdasarkan material, bentuk, serta kekasarannya.

Amplas merupakan salah satu jenis material abrasif yang dibuat dengan proses perlekatan (*coated abrasive*). Amplas terdiri atas dua bagian yang disatukan, yaitu material abrasif dan *material backing*. *Material backing* yang digunakan pada amplas merupakan bahan fleksibel, terbuat dari kertas, kertas tahan air, kain, dan *synthetic fiberglass*.

Amplas yang menggunakan *material backing* dari bahan kertas tidak tahan air sehingga hanya dapat digunakan pada pekerjaan pengamplasan kering (*dry-sanding*). Pemilihan penggunaan amplas dengan *material backing* dari bahan kertas tahan air, kain, ataupun *synthetic fiberglass* disesuaikan dengan kekuatan, fleksibilitas, dan kondisi bidang permukaan benda kerja yang akan dikerjakan.

Material Abrasif Amplas

Terdapat dua jenis material abrasif amplas yang umum digunakan pada pekerjaan perbaikan dan penyelesaian bodi otomotif, yaitu *silicon carbide* dan *aluminium oxide*.

Partikel abrasif yang terbuat dari *silicon carbide*, terpecah-pecah menjadi butiran kecil pada saat pengamplasan dan secara konstan memunculkan tepian baru yang tajam. Partikel-partikel ini sangat sesuai untuk mengamplas (*sanding*) cat yang relatif lunak.

Oxidized aluminium merupakan partikel abrasif yang sangat kuat dan tahan aus. Oleh karena itu *oxidized aluminium* sangat sesuai digunakan untuk mengamplas cat yang relatif keras.

Metode Pelekatan

Terdapat beberapa bahan adhesif yang digunakan untuk melekatkan material abrasif pada backing material. Metode pelekatan menggunakan lem masih digunakan, tetapi amplas jenis ini tidak mampu digunakan pada pekerjaan dengan suhu tinggi, disamping itu juga tidak tahan air sehingga hanya dapat digunakan pada pekerjaan pengamplasan kering.

Metode pelekatan untuk amplas tahan air (*waterproof*) menggunakan metode ikatan resin, material abrasif dilekatkan pada kertas tahan air, kain ataupun *synthetic fiberglass*.

Terdapat dua jenis pelekatan material abrasif pada backing material, yaitu :

- a. Pelekatan lapisan terbuka, partikel abrasif dilekatkan pada backing material dengan kerapatan yang rendah sehingga terdapat jarak/pori-pori yang cukup lebar diantara partikel-partikel abrasif. Hal ini memungkinkan material yang diampas terlepas dari partikel abrasif, dan mencegah permukaan amplas menjadi tersumbat. Metode lapisan terbuka digunakan pada amplas yang digunakan pada pekerjaan pengamplasan kering.



1. Partikel Abrasif
2. Adhesif
3. Material Backing

Gambar 11.4. Pelekatan Lapisan Terbuka

- b. Pelekatan lapisan tertutup, partikel abrasif ditempelkan pada backing material secara rapat.



Gambar 11.5. Pelekatan Lapisan Tertutup

Teknik Bodi Otomotif

Amplas yang pelekatan partikel abrasifnya menggunakan metode ini sesuai digunakan pada pengamplasan bawah (*wet-sanding*). Pada pengamplasan basah, cairan akan melepaskan material yang diampas dari pori-pori partikel abrasif sehingga mengurangi gejala tersumbatnya permukaan amplas.

Klasifikasi kekasaran amplas

Tingkat kekasaran amplas (*grit*) dinyatakan dalam kode penomoran. Tingkatan nomor Grit biasanya dicetak pada bagian belakang *material backing* amplas. Semakin besar nomor Grit, semakin halus partikel abrasifnya. Tabel di bawah ini menunjukkan klasifikasi Grit amplas terhadap jenis pekerjaan yang sesuai.

Tabel 11.1. Klasifikasi Grit Amplas

No. Grit (#)	60	80	120	180	240	320	600	1000	1500	2000	
Tipe pekerjaan	Mengupas cat										
	Featheredging										
	Mengamplas polyester putty					Mengamplas surfacer		Scuffing lapisan cat		Mengamplas cepat setelah aplikasi top coat	

* Klasifikasi Grit berdasarkan JIS

Sebelum menggunakan amplas, faktor yang sangat penting adalah memilih nomor grit yang berpengaruh pada hasil kerja, dan seberapa lama pekerjaan dilakukan.

Sebagai contoh :

Pemborosan waktu dan tenaga akan terjadi, apabila amplas dengan kekasaran yang halus, misal #600 digunakan untuk mengupas cat aslinya, apabila top coat diaplikasi setelah mengupas permukaan dengan amplas yang memiliki grit #60, maka tidak akan diperoleh lapisan akhir yang halus, sebarangpun lapisan diaplikasikan. Dalam praktek tanda yang ditinggalkan oleh amplas dengan grit #80 tidak dihilangkan dengan mudah oleh grit #200. Oleh sebab itu, yang penting untuk dilakukan adalah berganti pada grit yang lebih halus secara bertahap, sehingga dapat menghilangkan goresan yang ditinggalkan oleh amplas terdahulu.

Bentuk Amplas

Berdasarkan bentuknya amplas dibedakan menjadi beberapa jenis.

- a. Tipe lembaran, dibuat dalam bentuk lembaran.
- b. Tipe *disk*, digunakan pada pekerjaan pengamplasan menggunakan alat *sander* tipe orbital (*orbital sanders*).
- c. Tipe sabuk (*belt*). Amplas tipe ini pada umumnya menggunakan material backing dari bahan kain, digunakan pada pekerjaan pengamplasan menggunakan alat *sander* tipe sabuk (*belt sanders*).
- d. Tipe *roll*. Tipe *roll* ada yang berbentuk membulat dan ada yang berbentuk empat persegi panjang.



Gambar 11.6. Amplas berbentuk lembaran



Gambar 11.7. Amplas sabuk dan belt sander

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 11.8. Amplas roll dan menggunakan dengan mesin

Roda Gerinda (*Grinding Wheels*)

Roda gerinda merupakan peralatan abrasif berbentuk piringan (roda) dengan material abrasif di sekeliling lingkaran roda. Roda gerinda digunakan sebagai material abrasif dengan cara dipasangkan pada mesin gerinda. Roda gerinda kemudian diputar oleh mesin gerinda untuk mengikis permukaan benda kerja.



Gambar 11.9. *Grinding Wheels*

Roda gerinda pada umumnya dibuat dari susunan butiran kasar material abrasif yang dipres dan disatukan sehingga dihasilkan roda gerinda yang padat dan kuat berbentuk lingkaran/roda. Pada sumbu roda gerinda dipasangkan piringan dari bahan baja atau alumunium sebagai dudukan pemasangan roda gerinda pada mesin gerinda. Terdapat berbagai jenis bentuk dan profil roda gerinda yang disesuaikan dengan penggunaannya.

Metode pengikisan permukaan benda kerja dapat dilakukan dengan dua cara, tergantung jenis mesin gerinda yang digunakan. Pada mesin gerinda tangan, material abrasif roda gerinda yang diputar oleh mesin

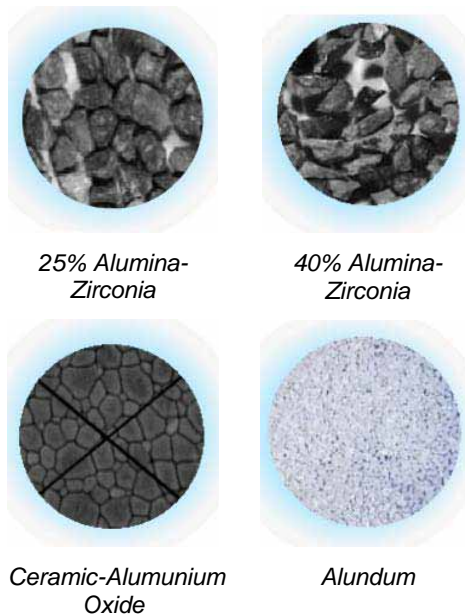
Abrasive dan Peralatan

gerinda digesekkan ke permukaan benda kerja. Sebaliknya, pada mesin gerinda duduk permukaan benda kerja digesekkan ke piringan roda gerinda yang sedang berputar.



Gambar 11.10. Pemasangan Roda gerinda Pada Mesin Gerinda

Material abrasif roda gerinda merupakan material abrasif khusus digunakan untuk pekerjaan pemotongan, diantaranya adalah *cubic boron nitride*, *zirconia alumunium oxide*, *ceramic alumunium oxide*, *alumunium oxide*, batu intan (*diamond*), dan material lainnya. Pemilihan penggunaan material abrasif roda gerinda disesuaikan dengan kekerasan benda kerja yang akan dikikis.



Gambar 11.11. Berbagai Material Abrasif Roda gerinda

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 11.12. Roda gerinda dari bahan *diamond*



Gambar 11.13. Roda gerinda dari bahan *cubic boron nitride*

Pemilihan ukuran ketebalan, kekerasan, ataupun tingkat kekasaran permukaan roda gerinda disesuaikan dengan kondisi pekerjaan yang akan dikerjakan. Roda gerinda dengan profil tipis akan meringankan gaya pengikisan dan pendinginan yang diperlukan, dibandingkan dengan roda gerinda berprofil tebal.

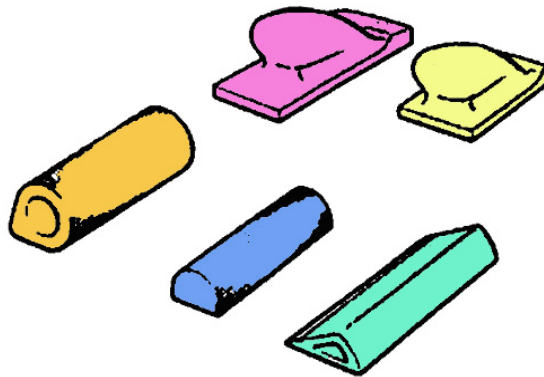
Demikian pula tingkat kekerasan material abrasif roda gerinda sangat berpengaruh terhadap hal-hal teknis berkaitan dengan kecepatan putar roda gerinda, perlu tidaknya penggunaan cairan pendingin & kecepatan alirannya, kecepatan dan kedalaman pengikisan. Permukaan roda gerinda yang kasar akan mempercepat pengikisan permukaan benda kerja, akan tetapi meninggalkan bekas pengikisan yang kurang rapi sehingga tidak sesuai untuk pekerjaan penyelesaian.

Proses pembuatan roda gerinda dilakukan secara tepat dan dilakukan dengan pengontrolan kualitas secara ketat. Tujuannya selain dihasilkan roda gerinda yang berukuran presisi, juga meningkatkan kualitas pengikatan material untuk mencegah roda gerinda mengalami pecah pada saat digunakan pada pekerjaan dengan putaran tinggi maupun pada beban kerja yang berat.

11.3. Peralatan Pendukung

Blok Tangan (*Hand block*)

Blok tangan merupakan peralatan yang digunakan untuk menempelkan lembaran amplas yang digunakan untuk pengamplasan manual. Terdapat berbagai macam bentuk hand block yang penggunaannya disesuaikan dengan bentuk dan area kerja yang akan diampelas.



Gambar 11.14. *Hand Block*

Sander

Sander merupakan alat pengamplas mekanis untuk menempelkan lembaran amplas. *Sander* digunakan untuk mengamplas lapisan cat, *putty* atau *surfacers*.

Menurut sumber tenaga yang digunakan, *sander* dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu : (a) *sander elektrik*, *sander* digerakkan oleh

Teknik Bodi Otomotif

tenaga listrik, dan (b) *Sander pneumatik*, *sander* dioperasikan menggunakan udara bertekanan.

Sander pneumatik biasanya digunakan untuk pekerjaan persiapan permukaan pada perbaikan bodi otomotif.



Gambar 11.15. *Pneumatic Sander*

Berdasarkan gerakan pemegang amplas (*sander pad*), *sander* diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu :

- a. *Sander Gerak Tunggal (Single Action Sander)*. *Sander pad* berputar dengan sumbu yang tetap. *Sander* gerak tunggal memiliki gaya pengikisan yang kuat, sehingga banyak digunakan pada pekerjaan pengupasan cat.



Vertical Single Action Sander



Straight Line Sander

Gambar 11.16. *Single Action Sander*

- b. *Sander Gerak Orbital (Orbital Action Sander)*, *sander pad* bergetar membentuk lingkaran kecil. Gaya pengikisan yang dihasilkan kecil, sehingga *sander* gerak orbital banyak digunakan untuk membentuk *putty*. *Sander pad* dapat dilepas untuk diganti dengan ukuran yang lebih besar/kecil, disesuaikan dengan area yang akan dikerjakan.



Gambar 11.17. *Orbital Action Sander*

- c. *Sander Gerak Ganda (Dual Action Sander)*. *Sander pad* bergerak membentuk lingkaran kecil, disamping itu juga berputar pada titik sumbunya. Gerakan *sander* gerak ganda merupakan kombinasi gerakan *sander* gerak tunggal dan *sander* gerak orbital. Gaya pengkisannya medium, *sander pad* dapat diganti. *Pad* yang keras digunakan untuk membentuk *putty* dan meratakan permukaan, sedangkan *pad* yang lebih lunak digunakan untuk *scuffing*.
- d.



Random Orbital Sander



Dual Action Sander

Gambar 11.18. *Dual Action Sander*

Teknik Bodi Otomotif

Mesin Gerinda (*Grinding Machine*)

Mesin gerinda merupakan peralatan yang digunakan sebagai tempat pemasangan dan pemutar roda gerinda, untuk melakukan pekerjaan pengikisan permukaan benda kerja.

Terdapat beberapa jenis mesin gerinda, yaitu :

Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memutar roda gerinda. Roda gerinda yang digunakan pada mesin gerinda tangan adalah sebuah piringan gerinda tipis. Mesin gerinda tangan dapat digunakan untuk mengikis permukaan benda kerja (menggerinda) maupun memotong benda kerja. Gerinda tangan biasanya digunakan untuk menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan, terutama pada benda kerja yang berukuran besar.



Angle Grinder



Mini Angle Grinder



Straight Grinder



Vertical Grinder

Gambar 11.19. Mesin Gerinda Tangan



Gambar 11.20. Pekerjaan menggerinda dengan gerinda tangan

Mesin Gerinda Duduk

Serupa dengan mesin gerinda tangan, hanya saja posisi mesin gerinda dipasang padaudukan. Untuk melakukan penggerindaan, benda kerja didekatkan dan ditempelkan ke roda gerinda yang berputar hingga permukaan benda kerja terkikis oleh roda gerinda. Roda gerinda yang digunakan pada mesin gerinda duduk berukuran lebih tebal dibandingkan roda gerinda pada mesin gerinda tangan. Mesin gerinda duduk banyak digunakan untuk mengasah pahat, mengikis benda kerja maupun menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan.



Keterangan :

1. Kaca Pelindung Mata
2. Roda Gerinda
3. Dudukan Penahan Benda Kerja
4. Penahan Roda Gerinda
5. Dudukan Mesin Gerinda

Gambar 11.21. Mesin Gerinda Duduk

Teknik Bodi Otomotif

Mesin Gerinda Potong

Mesin gerinda potong (*drop saw*) merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat ataupun pipa. Roda gerinda yang digunakan adalah piringan gerinda tipis yang diputar dengan kecepatan tinggi. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja pelat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat.



Gambar 11.22. Mesin Gerinda Potong



Gambar 11.23. Pekerjaan pemotongan benda kerja dengan gerinda potong

11.4. Keselamatan Kerja dan Prosedur Melaksanakan Pekerjaan Penggerindaan

Keselamatan kerja merupakan hal yang utama pada setiap pekerjaan perbaikan bodi otomotif, terutama pada pekerjaan menggerinda. Kepedulian terhadap keselamatan kerja dan pemahaman terhadap material dan prosedur kerja sangat penting. Untuk meningkatkan keselamatan kerja selama melakukan pekerjaan menggerinda, selalu gunakan perlengkapan keselamatan kerja yang sesuai, dan ikuti prosedur kerja yang benar.

Beberapa prosedur keselamatan kerja pada pekerjaan menggerinda adalah sebagai berikut :

1. Pakaian kerja diperlukan untuk melindungi tubuh pekerja selama melaksanakan pekerjaan menggerinda maupun pada saat berada di lingkungan kerja. Pekerjaan penggerindaan menimbulkan radiasi panas dan percikan bara api logam yang dapat menimbulkan luka dan terbakar pada kulit dan mata. Pakailah pakaian kerja menggerinda khusus, *apron* atau pakaian yang terbuat dari bahan tahan panas dan percikan api, misalnya pakaian yang terbuat dari bahan kulit atau jeans tebal.
2. Pada saat melakukan pekerjaan menggerinda, seringkali posisi jari dan tangan penggerinda berdekatan dengan roda gerinda yang sedang berputar pada kecepatan tinggi. Oleh karena itu pada saat menggerinda diharuskan selalu berhati-hati agar jangan sampai bersentuhan dengan roda gerinda. Pergunakan tang atau penjepit benda kerja yang kuat lainnya dan hindari menggunakan jari untuk mengambil benda kerja .
3. Sarung tangan kulit terkadang diperlukan untuk melindungi tangan dalam menggerinda. Penggunaan sarung tangan yang tidak sesuai (jenis, bahan, maupun ukurannya) dapat menyebabkan sarung tangan tersangkut/ tertarik putaran roda gerinda dan dapat menyebabkan kecelakaan. Oleh karena itu pergunkan sarung tangan yang sesuai pada saat menggerinda.



Gambar 11.24.Sarung Tangan Kulit

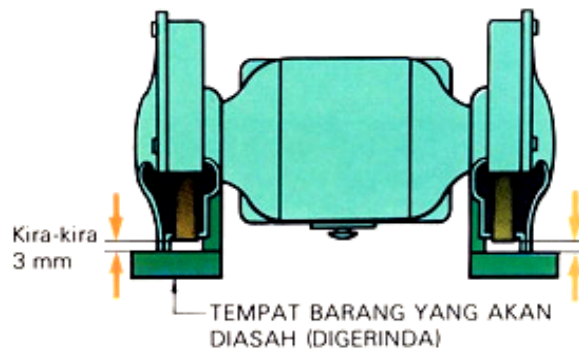
Teknik Bodi Otomotif

4. Pada saat menggerinda benda kerja yang kecil, lakukan dengan ekstra hati-hati karena benda kerja yang kecil mudah sekali tertarik oleh putaran roda gerinda ataupun terlempar dengan kecepatan yang cukup tinggi. Disarankan untuk selalu menggunakan kacamata pelindung mata yang sesuai pada saat menggerinda.



Gambar 11.25. Kacamata Gerinda (*high-impact safety glasses*)

5. Setiap akan memulai menggerinda, atur posisi kedudukan penahan benda kerja yang akan digerinda sedekat mungkin dengan roda gerinda (3 mm).



Gambar 11.26. Menyetel posisi kedudukan penahan benda kerja

6. Jangan memandangi roda gerinda yang sedang berputar. Pada saat roda gerinda berputar, seringkali terdapat partikel-partikel yang terlempar, baik dari serpihan debu penggerindaan maupun kemungkinan pecahan-pecahan kecil dari roda gerinda yang terlepas saat berputar.
7. Jangan menggerinda menggunakan sisi samping roda gerinda. Gunakan hanya sisi depan dari roda gerinda. Hal tersebut untuk mencegah roda gerinda olng atau kemungkinan kerusakan lainnya.
8. Hindarkan penggerindaan di dekat material yang mudah terbakar atau meledak.

Abrasive dan Peralatan

9. Pekerjaan menggerinda menimbulkan panas pada permukaan benda kerja yang digerinda. Oleh karena itu disarankan untuk mendinginkan benda kerja pada larutan pendingin secara bertahap, terutama pada pekerjaan penggerindaan yang cukup besar.
10. Lakukan pemeriksaan terhadap kondisi mesin gerinda dan kelengkapannya secara periodik, periksa kondisi roda gerinda dari kemungkinan oleng, retak, rompal ataupun kendor. Lakukan penggantian terhadap roda gerinda yang sudah tidak layak pakai. Pastikan untuk memutuskan hubungan arus listrik pada mesin gerinda sebelum melakukan pemeriksaan ataupun perbaikan.
11. Pada saat melakukan penggantian roda gerinda, pastikan roda gerinda yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi mesin gerinda tersebut (ukuran, kecepatan/ rpm kerja).
12. Untuk mengantisipasi kemungkinan terlepasnya roda gerinda, selalu pasang penahan roda gerinda.

Pertanyaan:

1. Sebutkan macam-macam dari abrasif dan karakteristiknya!
2. Sebutkan alat-alat pendukung dari proses menggunakan abrasif dan cara menggunakannya!

Bahan non logam banyak digunakan sebagai bagian dari bodi kendaraan. Salah satu bahan non logam tersebut yaitu fiberglass. Fiberglass merupakan bahan paduan atau campuran beberapa bahan kimia (bahan komposit) yang bereaksi dan mengeras dalam waktu tertentu. Bahan ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan bahan logam, diantaranya : lebih ringan, lebih mudah dibentuk, dan lebih murah.

Fiberglass atau serat kaca telah dikenal orang sejak lama, dan bahkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca mulai dibuat sejak awal abad ke 18. Mulai akhir tahun 1930-an, fiberglass dikembangkan melalui proses filament berkelanjutan (*continuous filament proces*) sehingga mempunyai sifat-sifat yang memenuhi syarat untuk bahan industri, seperti kekuatannya tinggi, elastis, dan tahan terhadap temperatur tinggi.

Membayangkan peralatan yang terbuat dari kaca (*glass*), kebanyakan orang akan beranggapan bahwa peralatan tersebut pasti akan mudah pecah. Akan tetapi melalui proses penekanan, cairan atau bubuk kaca diubah menjadi bentuk serat. Proses tersebut akan membentuk awalnya bahan mudah pecah (*brittle materials*) menjadi bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi (*strong materials*). Manakala kaca (*glass*) diubah dari bentuk cair atau bubuk menjadi bentuk serat (*fiber*), kekuatannya akan meningkat secara tajam. Kekuatan tarik maksimal dari satu serat kaca dengan diameter 9 – 15 micro-meter mencapai 3.447.000 kN/m². Oleh karena itu fiberglass merupakan salah satu material/ bahan yang mempunyai kekuatan yang sangat tinggi.

Pemanfaatan fiberglass untuk produk otomotif sudah sangat luas, tidak hanya untuk pembuatan bodi kendaraan akan tetapi juga untuk berbagai komponen kendaraan yang lain. Penggunaan yang paling populer memang untuk membuat komponen bodi kendaraan. Selain anti karat, juga lebih tahan benturan, mudah dibentuk, bila rusak akan lebih mudah diperbaiki, dan lebih ringan. Dengan bahan fiberglass, kendaraan dimungkinkan akan lebih hemat konsumsi bahan bakarnya. Gambar berikut ini diperlihatkan salah satu pemanfaatan bahan fiberglass untuk pembuatan komponen bodi kendaraan.



Gambar 12.1. Komponen bodi yang terbuat dari *fiberglass*

Pemanfaatan *fiberglass* di Indonesia masih terbatas untuk pembuatan komponen bodi kendaraan minibus dan bus saja. Belum ada kendaraan jenis sedan rakitan dalam negeri yang mencantumkan spesifikasi aslinya sebagai bodi dengan bahan fiberglass, semuanya masih menggunakan pelat baja. Akan tetapi pemanfaatan fiberglass di luar negeri sudah lebih luas. Fiberglass banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil sport dengan produksi terbatas. Fiberglass juga banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil kit yang dijual secara terurai dan dirakit sendiri oleh pembelinya.

Pemanfaatan *fiberglass* yang paling banyak dan paling luas adalah di pabrik kendaraan yang membuat kendaraan masa depan dalam rangka penelitian. Di samping fiberglass, rancangan dan konsep mobil masa depan tersebut biasanya terbuat dari aluminium atau serat karbon. Di samping mudah dibentuk mengikuti model yang rumit sekalipun, kecenderungan teknologi masa depan kelihatan akan mengarah ke penggunaan bahan komposit ini.

Untuk sektor industri komponen, pemanfaatan bahan *fiberglass* juga sudah cukup meluas. Produsen kendaraan besar sudah memanfaatkannya untuk membuat komponen-komponen tertentu. *Daimler Benz* misalnya memanfaatkan *fiberglass* untuk pembuatan bodi dan bagian-bagian interior. Produsen mobil Opel memanfaatkannya untuk pembuatan bagian-bagian bodi yang disyaratkan super kuat, sedangkan produsen mobil Porsche banyak memanfaatkannya untuk membuat bagian-bagian interior atap geser (*sliding roof*), *bumper*, dan *spoiler*. Khusus untuk *bumper* dan *spoiler*, di negara kita sudah banyak bengkel kecil yang mampu membuatnya dari bahan fiberglass ini.

Teknik Bodi Otomotif

11.1. Bahan Pembuat Fiberglass

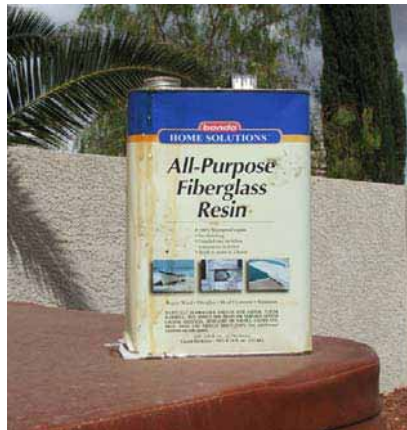
Bahan pembuat fiberglass pada umumnya terdiri dari 11 macam bahan, 6 macam sebagai bahan utama dan 5 macam sebagai bahan finishing, diantaranya : *erosil, pigmen, resin, katalis, talk, mat, aseton, PVA, mirror, cobalt*, dan dempul.

a. Erosil

Bahan ini berbentuk bubuk sangat halus seperti bedak bayi berwarna putih. Berfungsi sebagai perekat *mat* agar *fiberglass* menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah.

b. Resin

Bahan ini berujud cairan kental seperti lem, berkelir hitam atau bening. Berfungsi untuk mengencerkan semua bahan yang akan dicampur. Resin mempunyai beberapa tipe dari yang keruh, berwarna hingga yang bening dengan berbagai kelebihan seperti kekerasan, lentur, kekuatan dan lain-lain. Selain itu harganya-pun bervariasi.



Gambar 12.2. Resin

c. Katalis

Katalis berbentuk cairan jernih dengan bau menyengat. Fungsinya sebagai katalisator agar resin lebih cepat mengeras. Penambahan katalis ini cukup sedikit saja tergantung pada jenis resin yang digunakan. Selain itu umur resin juga mempengaruhi jumlah katalis yang digunakan. Artinya resin yang sudah lama dan mengental akan membutuhkan katalis lebih sedikit bila dibandingkan dengan resin baru yang masih encer. Zat kimia ini biasanya dijual bersamaan dengan resin. Perbandingannya adalah resin 1 liter dan katalisnya 1/40 liter.



Gambar 12.3. Katalis

d. Pigment

Pigment adalah zat pewarna saat bahan fiberglass dicampur. Pemilihan warna disesuaikan dengan selera pembuatnya. Pada umumnya pemilihan warna untuk mempermudah proses akhir saat pengecatan.

e. Mat

Bahan ini berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dari model anyaman halus sampai dengan anyaman yang kasar atau besar dan jarang-jarang. Berfungsi sebagai pelapis campuran/adonan dasar fiberglass, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras, mat berfungsi sebagai pengikatnya. Akibatnya fiberglass menjadi kuat dan tidak getas.



Gambar 12.4. Mat

Teknik Bodi Otomotif

f. Talk

Sesuai dengan namanya, bahan ini berupa bubuk berwarna putih seperti sagu. Berfungsi sebagai campuran adonan fiberglass agar keras dan agak lentur.

g. Aseton

Pada umumnya cairan ini berwarna bening, fungsinya yaitu untuk mencairkan resin. Zat ini digunakan apabila resin terlalu kental yang akan mengakibatkan pembentukan fiberglass menjadi sulit dan lama keringnya.

h. Cobalt

Cairan kimia ini berwarna kebiru-biruan berfungsi sebagai bahan aktif pencampur katalis agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer. Bahan ini dikategorikan sebagai penyempurna, sebab tidak semua bengkel menggunakannya. Hal ini tergantung pada kebutuhan pembuat dan kualitas resin yang digunakannya. Perbandingannya adalah 1 tetes cobalt dicampur dengan 3 liter katalis. Apabila perbandingan cobalt terlalu banyak, dapat menimbulkan api.

i. PVA

Bahan ini berupa cairan kimia berkilir biru menyerupai spiritus. Berfungsi untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan fibreglass. Tujuannya adalah agar kedua bahan tersebut tidak saling menempel, sehingga fiberglass hasil cetakan dapat dilepas dengan mudah dari master mal atau cetakannya.

j. Mirror

Sesuai namanya, manfaatnya hampir sama dengan PVA, yaitu menimbulkan efek licin. Bahan ini berwujud pasta dan mempunyai warna bermacam-macam. Apabila PVA dan mirror tidak tersedia, perajin/pembuat fiberglass dapat memanfaatkan cairan pembersih lantai yang dijual bebas di mall/ toserba.



Gambar 12.5. Mirror

k. Dempul

Setelah hasil cetakan terbentuk dan dilakukan pengamplasan, permukaan yang tidak rata dan berpori-pori perlu dilakukan pendempulan. Tujuannya agar permukaan fiberglass hasil cetakan menjadi lebih halus dan rata sehingga siap dilakukan pengecatan.

11.2. Peralatan *Fiberglass*

Di samping bahan-bahan yang disebutkan di atas, dalam pembuatan fiberglass diperlukan peralatan antara lain :

- Wadah, untuk tempat mencampur *resin* dan mencuci alat.
- Pengaduk untuk *resin* dan pengambil *pigment*.
- Kuas, untuk meratakan *resin* pada permukaan yang dilapisi *fiberglass*.
- Masker*, untuk menghindari masuknya zat kimia berbahaya, bau menyengat, serbuk/serat halus dan lain-lain.
- Kain lap, untuk membersihkan kotoran/ceceran *resin*.
- Alat tambahan lain seperti gergaji, gunting, gerinda dan lain-lain mungkin dibutuhkan dalam beberapa jenis pekerjaan.



Gambar 12.6. Kuas

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 12.7. Gunting

11.3. Pembuatan Fiberglass

Proses pembuatan fiberglass dapat diklasifikasikan menjadi 3 tahapan, yaitu : (a) membuat master cetakan; (b) membuat fiberglass hasil; dan (c) finishing atau penyempurnaan. Sebagai gambaran misalnya akan dibuat sebuah tutup bumper belakang mobil.

a. Pembuatan master cetakan

Membuat master cetakan merupakan langkah awal dari pembuatan *fiberglass*. Ada dua pilihan bahan yang akan digunakan untuk membuat master cetakan, yakni bahan dari *gips* dan bahan dari *fiberglass*. Masing-masing bahan master cetakan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Pembuatan master cetakan dari bahan *gips* akan lebih mudah dikerjakan, dan saat pelepasan *fiberglass* hasil dari master cetakannya mudah dilakukan, bahkan dapat dilakukan dengan merusak master cetakannya. Di samping itu harganya pun relatif lebih murah. Kekurangannya adalah konstruksinya rapuh dan hanya dapat dipakai sekali saja.

Untuk bahan master cetakan dari fiberglass memang harganya lebih mahal. Di samping itu proses pembuatan master cetakan dan proses pelepasan fiberglass hasil dari master cetakan lebih sulit dikerjakan. Kelebihannya adalah konstruksinya lebih kuat/tidak mudah patah dan master cetakannya dapat dipergunakan beberapa kali. Oleh karena itu, dalam membuat master cetakan pembuat *fiberglass* lebih senang menggunakan bahan dari fiberglass juga. Dengan demikian yang akan dibahas di sini adalah membuat master cetakan dari bahan *fiberglass*. Proses pembuatannya sebagai berikut :

1) Membuat mal cetakan

Membuat mal cetakan dapat dilakukan dengan cara membuat tutup bumper dengan kertas karton yang ukuran dan bentuknya sama persis dengan ukuran dan bentuk aslinya. Apabila tersedia bentuk asli tutup *bumper* (tentunya yang sudah tidak terpakai), maka bentuk asli tutup bumper ini dapat dimanfaatkan sebagai mal.

2) Melapisi mal tersebut dengan PVA atau *mirror*. Apabila bahan ini tidak tersedia maka dapat menggunakan cairan pembersih lantai.

3) Menyiapkan wadah sebagai tempat adonan *fiberglass* berupa kaleng bekas oli atau kaleng bekas cat, yang penting keadaannya bersih.

4) Membuat adonan *fiberglass* dengan cara mencampur jadi satu talk, resin, dan katalis. Aduk dengan cepat bahan-bahan ini hingga merata, kalau kelamaan dapat mengeras duluan.



Gambar 12.8. Adonan *fiberglass*

5) Selanjutnya adonan *fiberglass* diulaskan dengan cepat pada mal sebelah luar dan ditunggu sampai kering. Agar cepat kering dapat dijemur di terik matahari.

6) Memasang/menempatkan mat pada permukaan lapisan adonan *fiberglass*. Ukuran mat menyesuaikan bentuk mal.

7) Menyiapkan adonan *fiberglass* lagi, dan diulaskan kembali di atas lapisan mat dengan cepat serta ditunggu sampai kering.

8) Apabila lapisan *fiberglass* sudah kering, master cetakan dapat dilepas dari mal-nya dan siap digunakan sebagai cetakan *fiberglass*.

Agar dapat dihasilkan kualitas *fiberglass* yang kuat, campuran bahan untuk master cetakan harus lebih tebal daripada *fiberglass* hasil, yaitu sekitar 2 – 3 mm atau dilakukan 3 – 4 kali pelapisan.

Teknik Bodi Otomotif

b. Pembuatan *fiberglass* hasil

Apabila master cetakan sudah dibuat, maka proses pembuatan *fiberglass* hasil dapat dimulai dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan master cetakan.
- 2) Menyiapkan wadah sebagai tempat adonan *fiberglass* berupa kaleng bekas oli/ kaleng bekas cat/mangkuk, yang penting keadaannya bersih.
- 3) *Resin* sejumlah 1,5 – 2 liter dicampur dengan talk dan diaduk rata.
- 4) Apabila campuran yang terjadi terlalu kental maka perlu ditambahkan katalis. Penggunaan katalis harus sesuai dengan perbandingan 1 : 1/40. Oleh karena itu apabila *resinnya* 2 liter, maka katalis-nya 50 cc.
- 5) Selanjutnya ditambahkan *erosil* antara 400 – 500 gram pada campuran tersebut dan *pigmen* atau zat pewarna.
- 6) Apabila semua campuran ter-sebut diaduk masih terlalu kental, maka perlu ditambah-kan *katalis* dan apabila campurannya terlalu encer dapat ditambahkan *aseton*. Pemberian banyak sedikitnya katalis akan mempengaruhi cepat atau lambatnya proses pengeringan. Pada cuaca yang dingin akan dibutuhkan katalis yang lebih banyak.
- 7) Setelah campuran bahan dasar dibuat, langkah berikutnya yaitu memoles permukaan master cetakan pada bagian dalam dengan *mirror* (sebagai pelicin dan pengkilap) dan dilakukan memutar sampai lapisannya benar-benar merata.
- 8) Agar didapatkan hasil yang lebih baik, perlu ditunggu beberapa menit sampai pelicin tersebut menjadi kering. Untuk mempercepat proses pengeringan, dapat dijemur di terik matahari.
- 9) Apabila *mirror* sudah terserap, permukaan cetakan dapat dilap dengan menggunakan kain bersih hingga mengkilap.
- 10) Permukaan cetakan diolesi PVA untuk menjaga agar permukaan cetakan tidak lengket dengan *fiberglass* hasil. Apabila *mirror* dan PVA tidak tersedia, dapat digunakan cairan pembersih lantai sebagai gantinya.
- 11) Mengoleskan permukaan cetakan dengan adonan/ campuran dasar sampai merata, dan ditunggu sampai setengah kering. Seperti langkah sebelumnya, yakni untuk mempercepat proses pengeringan, dapat dijemur di terik matahari.



Gambar 12.9. Adonan *Fiberglass* diratakan

- 12) Selanjutnya di atas campuran yang telah dioleskan dapat diberi selembar mat sesuai dengan kebutuhan. Tentu saja ukuran mat harus menyesuaikan dengan ukuran dan bentuk cetakan.
- 13) Selanjutnya di atas *mat* tersebut dilapisi lagi dengan adonan dasar. Untuk menghindari adanya gelembung, pengolesan adonan dasar dilakukan sambil ditekan, sebab gelembung akan mengakibatkan *fiberglass* mudah keropos. Jumlah pelapisan adonan dasar disesuaikan dengan keperluan, makin tebal lapisan maka akan makin kuat daya tahannya.
- 14) Selain itu sebagai penguat dapat ditambahkan tulangan besi atau tripleks, terutama untuk bagian yang lebar. Tujuannya adalah agar hasilnya tidak mengalami kebengkokan.
- 15) Pelepasan *fiberglass* hasil dilakukan apabila lapisan adonan tersebut sudah kering dan mengeras, sebab apabila dilepas sebelum kering dapat terjadi penyusutan.

c. Langkah *finishing*

Pada langkah *finishing*, langkah pertama yang dilakukan yaitu merapikan fiberglass setelah dilepaskan dari master cetakannya dengan menggunakan gergaji, gunting, atau gerinda. Apabila *fiberglass* hasil telah rapi dapat dilakukan proses pengamplasan permukaan, pendempulan, dan pengecatan *fiberglass*, sesuai dengan warna yang diinginkan.

11.4. Perbaikan Bodi Fiberglass

Panel bodi kendaraan yang terbuat dari *fiberglass* mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah : sangat kuat, tahan api, tahan korosi, dan tahan air. Manakala terjadi kerusakan akibat tabrakan,

Teknik Bodi Otomotif

kerusakan tersebut biasanya tidak merembet ke area yang lebih luas, tidak seperti pada panel bodi yang terbuat dari logam. Panel bodi fiberglass yang rusak sangat mudah diperbaiki, dan proses perbaikannya dapat diuraikan seperti berikut ini :

- a. Memotong bagian bodi fiberglass yang rusak dengan gergaji, gunting, atau gerinda, selanjutnya membangun fiberglass baru pada bagian tersebut. Untuk mendapatkan konstruksi fiberglass yang lebih kuat lagi, maka bahan *mat* lebih diperbanyak.
- b. Proses selanjutnya hampir sama dengan saat kita membuat fiberglass baru, yakni diawali dengan membuat adonan dan selanjutnya menuangkan adonan tersebut pada bagian yang rusak. Pada proses perbaikan bodi fiberglass ini tidak memerlukan cetakan.

11.5. Keselamatan Kerja

Dalam proses pembuatan dan perbaikan fiberglass ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

- a. Katalis dan *cobalt* dengan perbandingan yang terlalu banyak dapat menimbulkan api.
- b. Apabila tangan tanpa pelindung menyentuh *mat*, maka tangan dapat timbul iritasi/gatal.
- c. Bahan *fiberglass* khususnya resin bersifat *karosinogen* (penyebab timbulnya kanker). Oleh karena itu, dalam proses pembuatan dan perbaikan fiberglass sebaiknya menggunakan sarung tangan dan masker pernafasan.

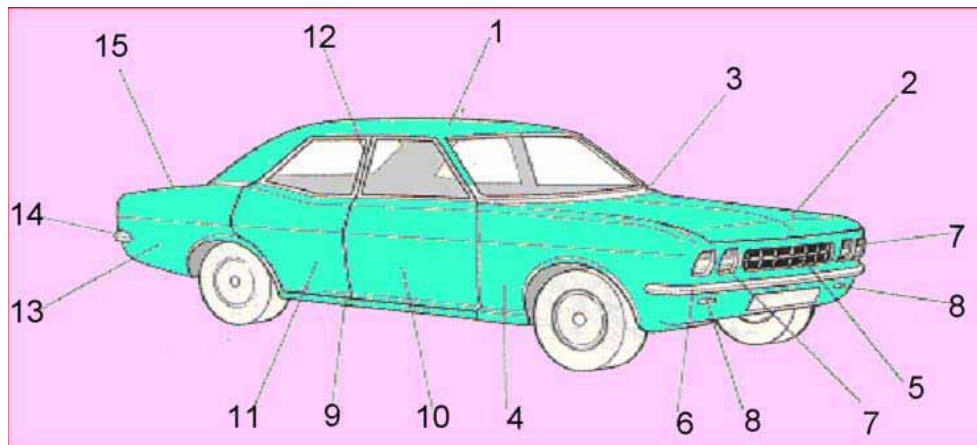
Pertanyaan:

1. Sebutkan dan jelaskan bahan-bahan untuk pembuatan *fiberglass*!
2. Sebutkan peralatan yang digunakan untuk pembuatan *fiberglass*!
3. Bagaimanakah langkah-langkah pembuatan *fiberglass*?

Sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi otomotif, jumlah dari komponen bodi kendaraan juga semakin banyak, yang dibuat dengan teknologi yang bervariasi dan komponen dengan bahan tersebut yang juga semakin maju. Walaupun perkembangan bahan dari bodi kendaraan sudah maju dengan bahan fiberglass atau plastik, namun saat ini bodi kendaraan masih didominasi oleh komponen berasal dari plat besi dengan ketebalan 0,6 sampai 0,9 mm. Perkembangan bodi melalui teknologi komponen bodi dengan bahan plastik dan fiber belum bisa sepopuler plat, namun demikian beberapa komponen bodi yang memiliki komponen utama plat, kadang juga memiliki komponen plastik, fiber bahkan serat karbon.

13.1. Konstruksi Luar

Bagian ini merupakan tempat menempelnya berbagai macam panel dan dapat diumpamakan sebagai kulit dalam tubuh kita. Bagian ini terdiri dari beberapa panel-panel yang disatukan dengan beberapa jenis sambungan dan dapat terlihat secara langsung dari luar, misalnya bumper, *engine hood* (tutup mesin), pintu-pintu, *sunroof* (lubang di atap kendaraan agar sinar matahari/udara bisa masuk), *roof head lining* (atap bagian dalam), *fender* (bodi samping di dekat roda depan), kaca, *boot lid/deck lid* (tutup bagasi belakang), lampu-lampu, *radiator grill*, dan lain sebagainya.



Gambar 13.1 Konstruksi Luar Bodi Sedan dan Komponennya

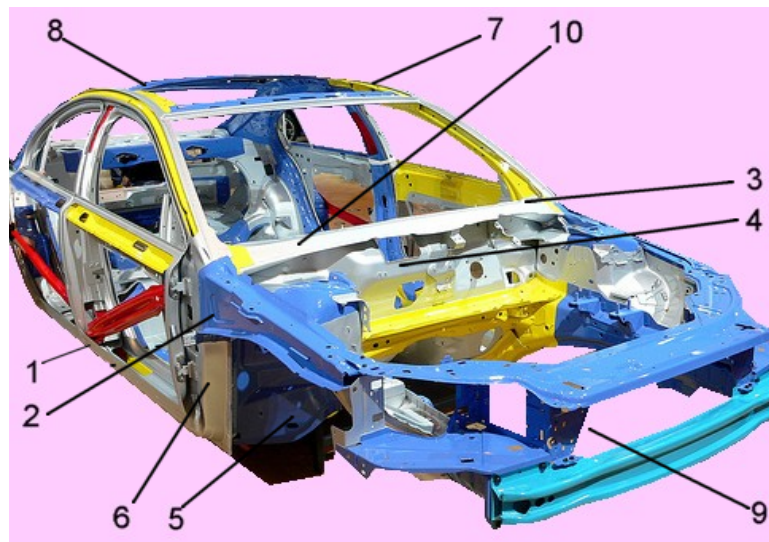
Teknik Bodi Otomotif

Keterangan gambar:

- | | | |
|------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1.atap kendaraan | 6.moulding | 11.pintu belakang |
| 2.engine hood | 7.lampu depan | 12.pillar |
| 3.dudukan kaca depan | 8.lampu kota/posisi/senja | 13.fender belakang |
| 4. <i>fender depan</i> | 9.lantai kendaraan | 14.bumper belakang |
| 5.grill | 10.pintu depan | 15.deck lid |

13.2. Konstruksi Dalam

Bagian ini terdiri dari komponen-komponen yang ada didalam bodi kendaraan, penguat-penguat dan panel-panel yang digunakan untuk menguatkan bodi kendaraan.



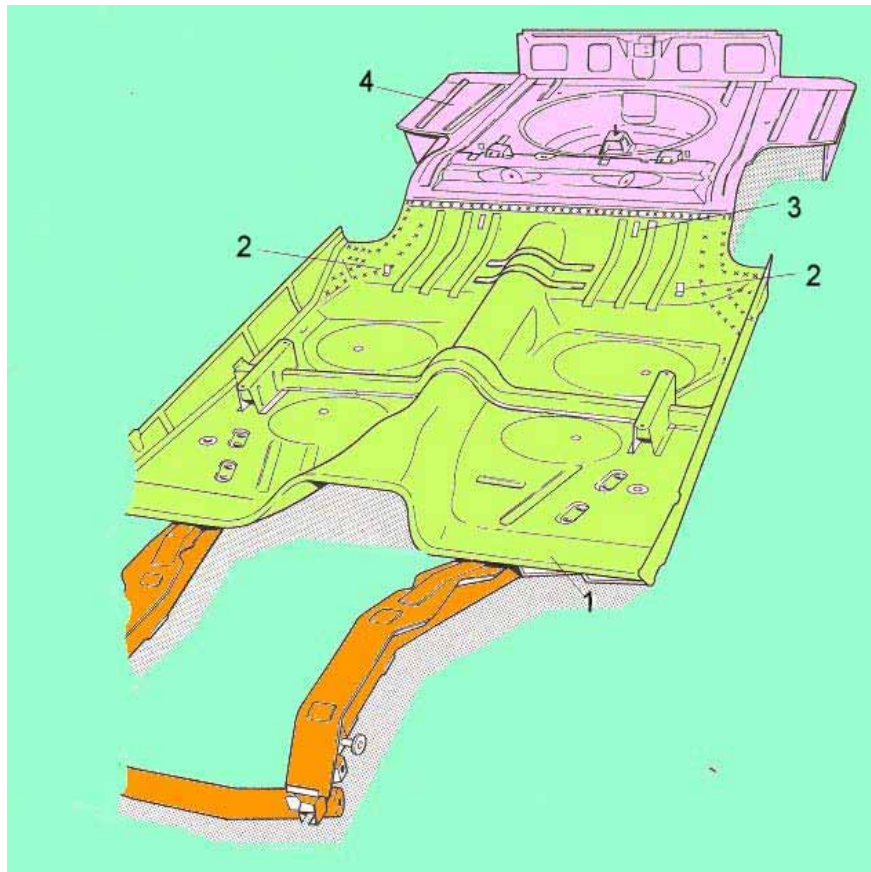
Gambar 13.2 Konstruksi rangka

Keterangan gambar:

1. Unit lantai bodi
2. Rangka bodi samping
3. Dudukan kaca depan
4. *Cowl* panel
5. Unit rumah roda depan
6. Bodi dudukan engsel
7. Roof panel
8. Dudukan kaca belakang
9. Dudukan radiator
10. Dash panel

13.3. Lantai (*Under Body*)

Lantai biasanya terdiri dari beberapa komponen kecil yang dilas secara bersama-sama menjadi satu unit lantai. Semua panel-panel lantai memiliki penguat pada bagian bawah. Bentuk dari lantai tidaklah rata, disesuaikan dengan tujuan, diantaranya, untuk tempat roda, sebagai ruang komponen kendaraan, tempat kaki penumpang, tempat dudukkan komponen bodi yang lain, aspek aerodinamis, aspek estetika, aspek ergonomi dan lain sebagainya. Pada tipe komposit biasanya rata dan terpisah dengan chassis, sedangkan pada tipe integral (menyatu dengan *chassis*) biasanya tidak rata.



Gambar 13.3 Konstruksi Lantai (*Under Body*)

Keterangan gambar:

1. Panel lantai depan
- 2,3. Panel penahan landasan belakang
4. Panel lantai belakang

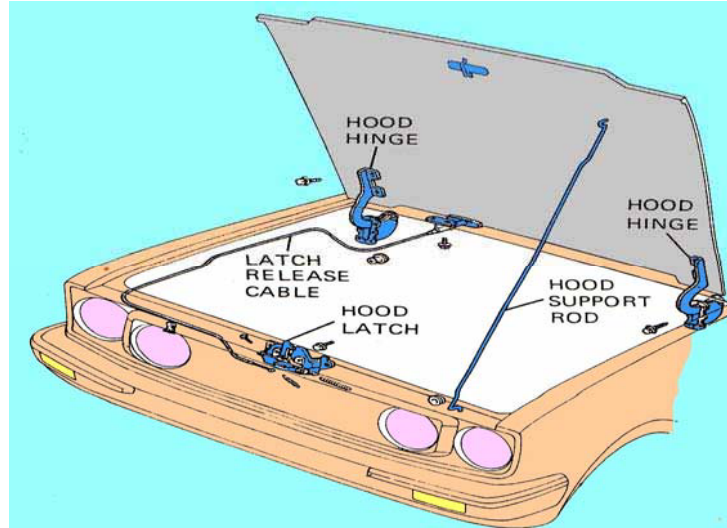
Teknik Bodi Otomotif

13.4. *Engine hood* (penutup mesin/ kap mesin)

Engine hood merupakan bagian bodi kendaraan yang menutupi komponen mesin. Kendaraan yang menggunakan *engine hood* biasanya berjenis sedan (misalnya Toyota Camry, Suzuki Swift, Honda Civic, Mitsubishi Lancer dan lain-lain) dan beberapa kendaraan penumpang (misalnya Toyota Kijang, Suzuki APV, Daihatsu Taruna, Mitsubishi Kuda dan lainnya). *Engine hood* ini dipasang ke bodi utama menggunakan engsel (*hinge*). Berdasarkan letak engselnya, *engine hood* dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu:

- a) *Rear hinged (Front Opening Type)* yaitu tutup mesin dengan engsel dibelakang, *engine hood* dibuka pada bagian depan. Jenis ini yang paling banyak digunakan pada kendaraan- kendaraan sekarang.
- b) *Front Hinged (Rear Opening Type)* yaitu tutup mesin dengan engsel didepan, *engine hood* dibuka pada bagian belakang (sudah jarang digunakan)

Ketika *engine hood* ditutup, maka akan terkunci. Untuk membuka kunci dilakukan oleh pengemudi dengan menarik tuas yang ada di ruang *kemudi*. Sistem pengunci *engine hood* tadi dihubungkan dengan kawat kabel yang dapat dioperasikan dari kursi pengemudi. Setelah pengunci ditarik, kemudian *engine hood* bisa dibuka dengan menarik handel yang ada di bawah *engine hood* tadi.

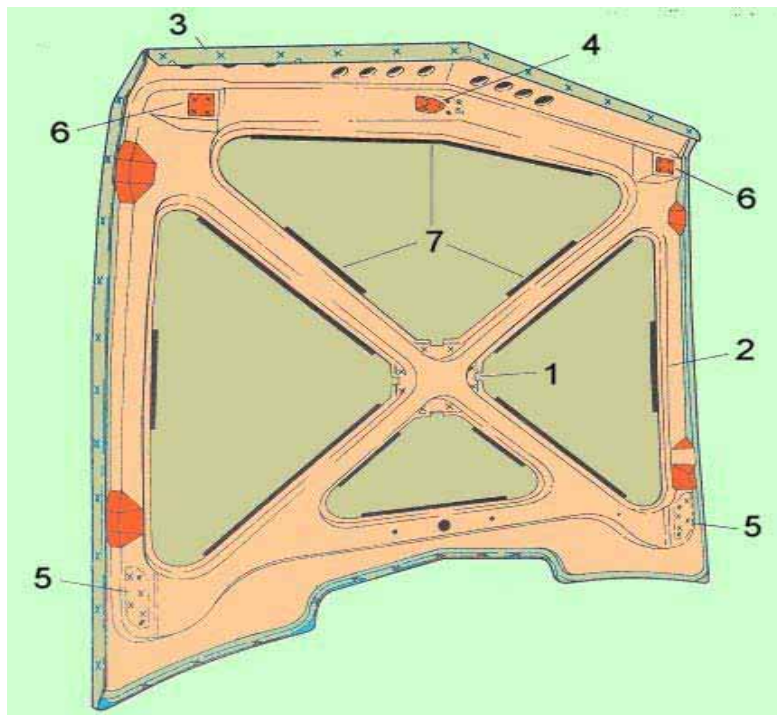


Gambar 13.4 Konstruksi pengunci *engine hood*

Komponen Bodi Kendaraan

Konstruksi dari *engine hood* terdiri dari lembaran plat yang didukung dengan rangka penguat. Pada jenis kendaraan tertentu, *engine hood* ada yang memiliki saluran *washer nipple* (alat untuk menyemprotkan air pada kaca depan kendaraan bila menghidupkan wiper/ penghapus kaca depan) ataupun lubang-lubang udara (biasanya untuk menambah suplai udara untuk sistem pembakaran).

Penyetelan *engine hood* dapat dilakukan dengan menggeser posisi engsel. Perlu diperhatikan pada saat penyetelan adalah sikap hati-hati, jangan sampai merusak cat kendaraan dan penyetelan celah yang sama terhadap *fender* samping kiri-kanan dan *cowl* (bagian belakang), serta penyetelan pengunci *engine hood*.



Gambar 13.5 *Engine hood*

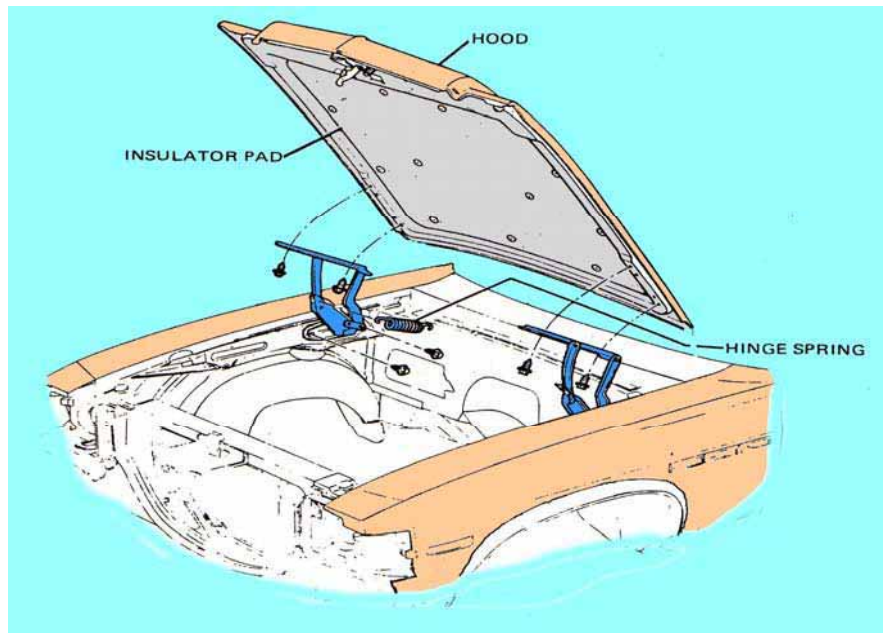
Keterangan gambar :

1. Rangka penguat bagian dalam
2. Hood bagian dalam
3. Hood bagian luar
4. Dudukan dan pengunci hood
5. Dudukan engsel hood
6. Penyangga hood (dapat distel)
7. Sealer

Teknik Bodi Otomotif

Demi keamanan pada saat melaksanakan perbaikan, sebaiknya digunakan karpet fender (*fender cover*) untuk melindungi cat dari goresan. Apabila oli, *grease* atau yang sejenisnya menempel, segera hapus dengan menggunakan kain yang lunak.

Cara melaksanakan pembongkaran komponen, perlu perhatian mengenai saluran washer pada *engine hood*, *moulding* pada *engine hood*, Biasanya *hood moulding* diikat dengan *clip* atau baut. Bila perlu bisa menggunakan pengungkit atau obeng (-) yang dilapisi dengan kain agar tidak merusak cat. Cara melepas *engine hood* dari kabin dengan melepas engsel (*hinge*) bagian kanan terlebih dahulu sementara engsel kiri masih terpasang pada bagian bodi.



Gambar 13.6 Konstruksi engsel *engine hood*

Sebagai catatan, untuk menjaga *engine hood* dan *cowl top panel* agar jangan sampai rusak dan sebagai tindakan pengamanan sebelum pekerjaan dilakukan, diperlukan 2 orang untuk melaksanakan pekerjaan pelepasan *engine hood* ini.

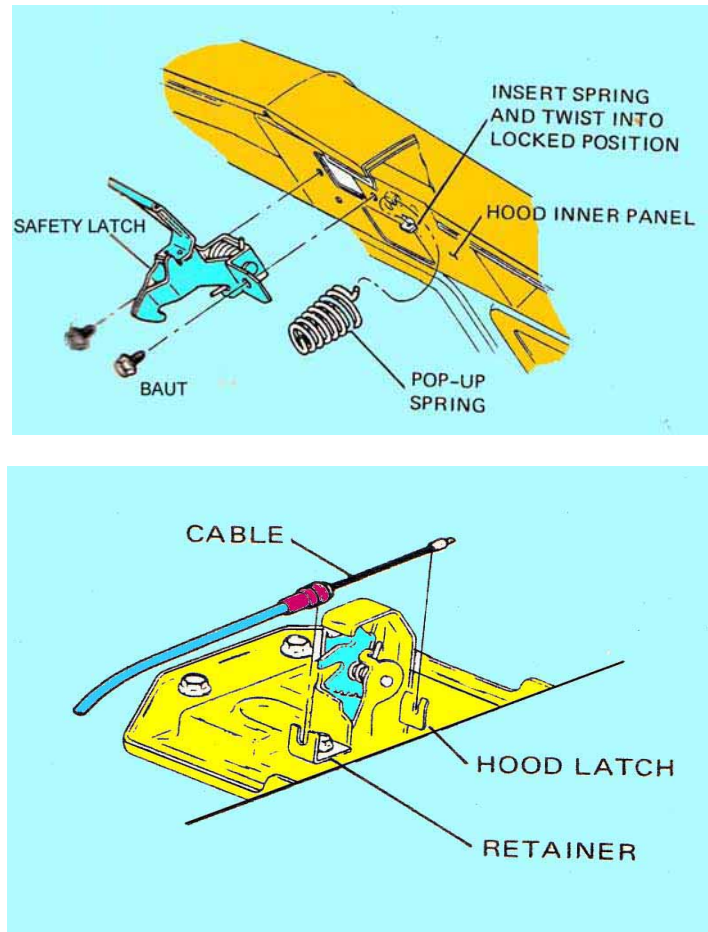
Sedangkan untuk pemasangan *engine hood*, perlu memperhatikan jalur kabel yang dilengkapi pengunci pada *engine hood*, serta menjepit kabel dengan klip pada bodi kendaraan agar terlihat rapi dan bisa berfungsi secara maksimal.

Saat melakukan penyetelan *engine hood* dapat dilakukan dengan memperhatikan bekas cat pada setiap engsel sebagai panduan

Komponen Bodi Kendaraan

pemasangan sebelumnya. Seperti biasanya, pemasangan dilaksanakan dengan arah kebalikan dari pembongkaran. Penyetelan depan-belakang dan arah kiri-kanan, dengan cara mengendorkan mur-mur penyetel *engine hood*. Sedangkan penyetelan ujung belakang dalam arah ke atas-bawah, dengan cara penyetelan baut-baut penyetel pada bagian bodi.

Penyetelan ujung depan (front end) dengan arah atas-bawah dengan merubah posisi penyangga *hood* yang dapat diatur. Setelah *engine hood* terpasang pada tempatnya, kemudian kita baru bisa menyetel pengunci *engine hood* agar bisa tepat pada posisinya.



Gambar 13.7 Penyetelan *hood lock*

Pada saat menutup *engine hood*, terdapat dua tingkat penutupan. Klik yang pertama, *engine hood* belum terkunci, sehingga masih bisa dibuka dari luar kendaraan (tidak perlu menarik pengunci dari ruang

Teknik Bodi Otomotif

kemudi). Sedangkan klik yang kedua, menandakan *engine hood* sudah terkunci dan kalau mau membuka harus menarik tuas yang ada di ruang kemudi. Pada saat melakukan pemasangan, perlu dicermati ketepatan pemasangan yaitu dengan melihat celah antara *engine hood* dengan *fender* maupun dengan *cowl*.

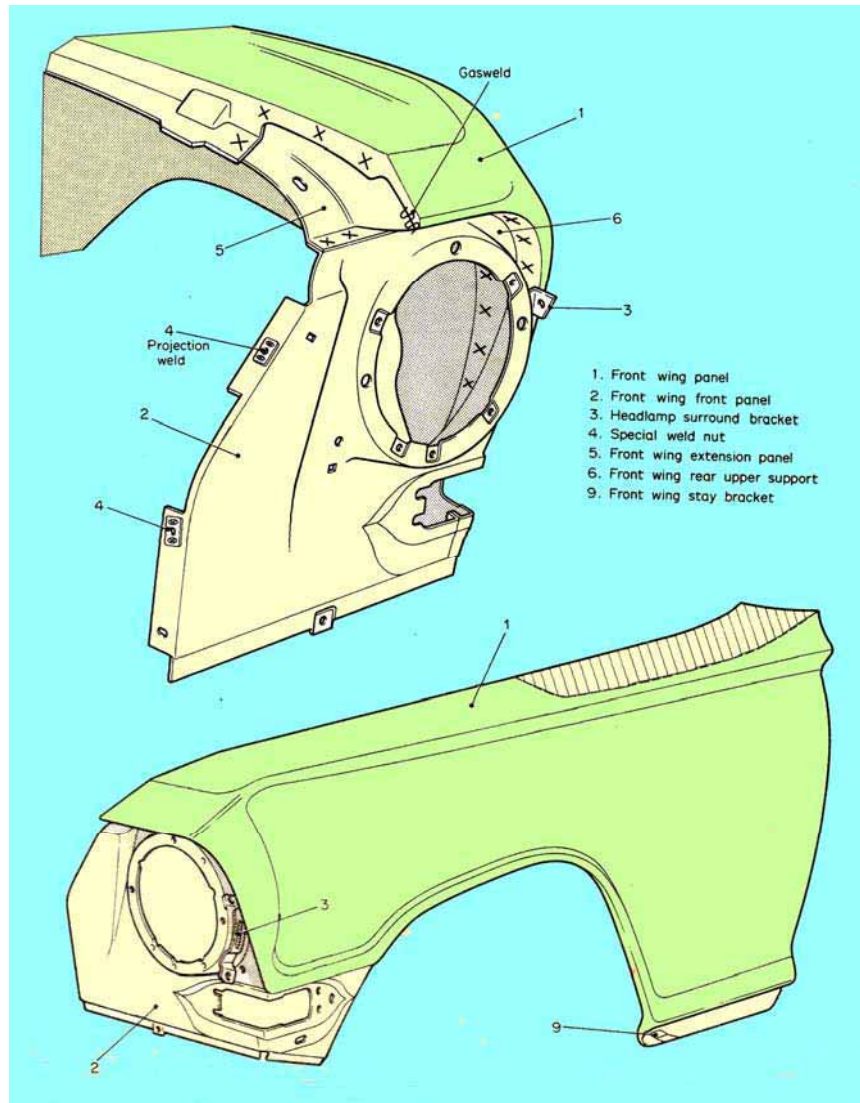
13.5. Fender

Fender atau wing adalah komponen kendaraan yang menutupi roda-roda. Dari konsep inilah, berarti kendaraan pada umumnya memiliki 4 buah *fender* pada masing-masing roda. Namun demikian ada beberapa mobil yang *fender* belakang tidak bisa dilepas, sehingga seolah-olah *fender* hanya bagian depan saja. *Fender* melindungi konstruksi suspensi dan melindungi dari kotoran dan lumpur.

Fender depan kendaraan biasanya terpasang pada konstruksi utama dari bodi menggunakan baut sehingga dapat dilepas. Untuk menambah kekuatan dan menghindari getaran yang terjadi, biasanya dudukan baut dibuat mati dengan bodi utama. *Fender* ini dapat dilakukan penyetelan kedepan atau kebelakang dengan mengatur lubang posisi baut. Penyetelan tidak bisa dilakukan terhadap *fender* yang sudah dipasang permanen dengan menggunakan las. Pada sebagian kendaraan, *fender* depan biasanya dilengkapi lampu samping atau sein, *trim*, hiasan atau *chrom*, sekaligus sebagai pemanis.

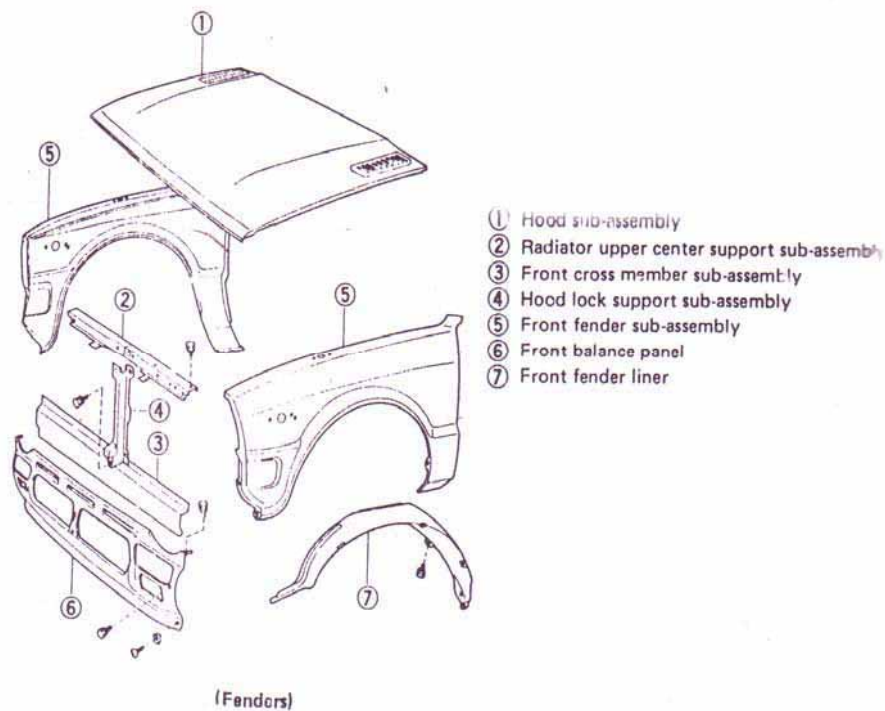
Sedangkan konstruksi *fender* bagian belakang agak berbeda susunannya. Memang ada beberapa kendaraan yang memiliki *fender* belakang dapat dilepas, akan tetapi kebanyakan *fender* belakang menyatu dengan bodi bagian dalam dengan sistem pengelasan, sehingga tidak dapat dilepas atau dilakukan penyetelan. Pengelasan dengan bodi bagian bawah sengaja dilakukan secara penuh, sehingga dapat mencegah kotoran yang masuk keatas diantara konstruksi luar dan bodi utama.

Apabila akan melakukan perbaikan bodi kendaraan, dengan melepas *fender*, maka semua komponen kelistrikan seperti lampu malam atau lampu sein harus dilepas dahulu. Jika baut-baut pengunci dari *fender* tertutup oleh komponen yang lain seperti *bumper*, *front grill*, *mirror* (kaca spion) atau komponen yang lain, maka komponen tersebut dilepas terlebih dahulu. Sedangkan untuk perbaikan cat, maka *skirt moulding* atau *dam skirt* serta komponen lainnya sebaiknya juga dilepas.



Gambar 13.8. Konstruksi *fender*

Apabila perbaikan sudah terhadap *fender* sudah selesai, saat memasang *fender* dengan memasang baut-baut pada pojok terlebih dahulu dengan tidak mengencangkan dahulu. Setelah itu memeriksa *clearance* (celah) *fender* dengan pintu dan *engine hood*. Setelah celahnya semua sama, baru mengeraskan baut dan melengkapi baut-baut pengikatnya yang lain. Setelah terpasang, merakit kembali komponen yang dilepas saat pembongkaran, seperti komponen kelistrikan, *bumper*, *front grill*, *mirror* (kaca spion) atau komponen yang lain.



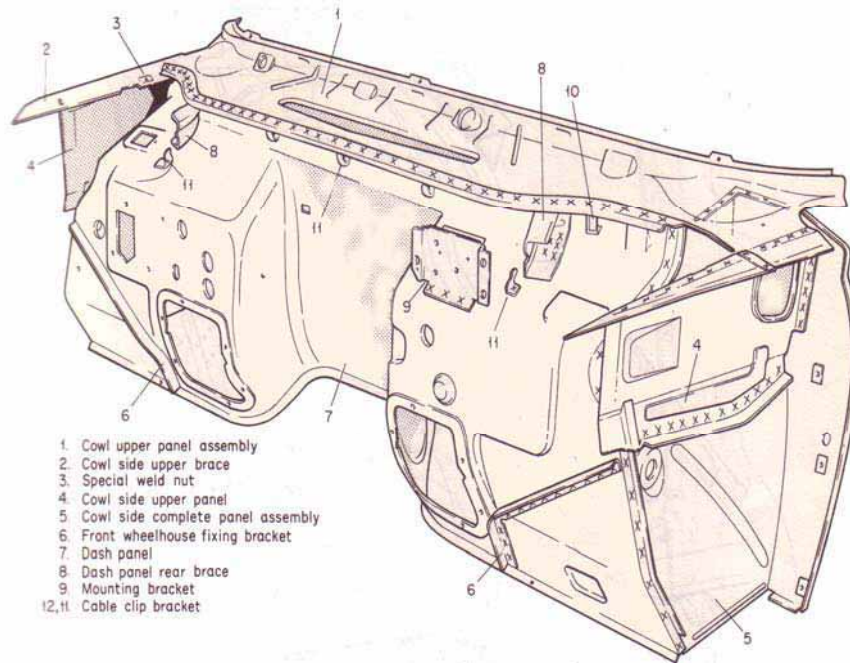
Gambar 13.9. Komponen *Fender*

13.6. *Cowl dan Dash Panel*

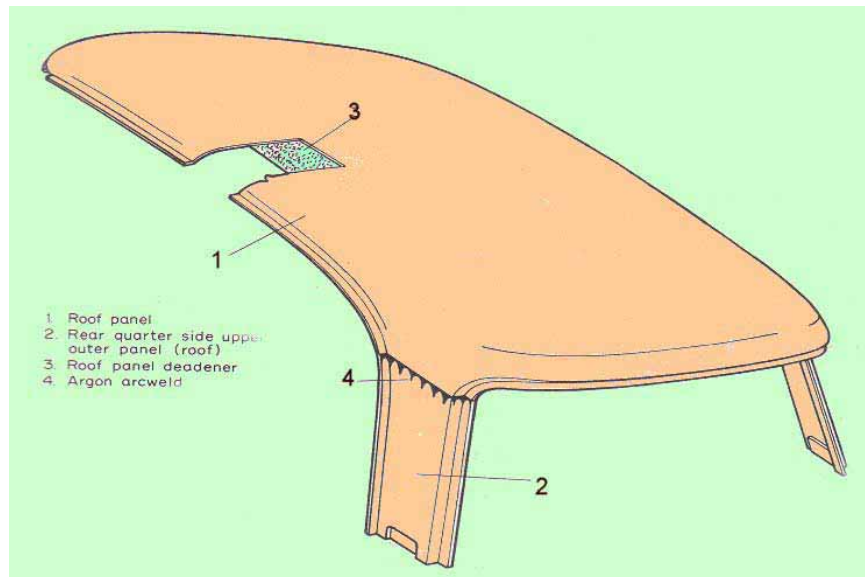
Cowl merupakan bagian bodi kendaraan yang berada dibelakang *engine hood*. Bagian ini berfungsi sebagai pemisah antara ruang mesin dan ruang penumpang yang terdiri dari gabungan panel-panel kecil. *Cowl* bagian atas dan bagian samping biasanya disambung menggunakan las menjadi satu kesatuan. Ada beberapa kendaraan yang menerapkan kerangka kaca pada bagian *cowl* ini. Kadang engsel pintupun dapat diletakkan pada *cowl*.

13.7. *Atap kendaraan (roof panel)*

Atap kendaraan merupakan bagian bodi yang paling lebar dibanding bagian lain, dan memiliki konstruksi yang paling sederhana. Biasanya atap menggunakan bahan lembaran plat besi yang dilakukan pengerasan pada bagian tertentu dengan membuat alur, agar kuat apabila menerima beban dari atas.



Gambar 13.10. Konstruksi Cowl dan Dash



Gambar 13.11 Konstruksi Atap (Roof)

Teknik Bodi Otomotif

Konstruksi dari atap kendaraan memiliki penguat dari plat tipis menyilang secara beraturan yang berada didalam *roof*.

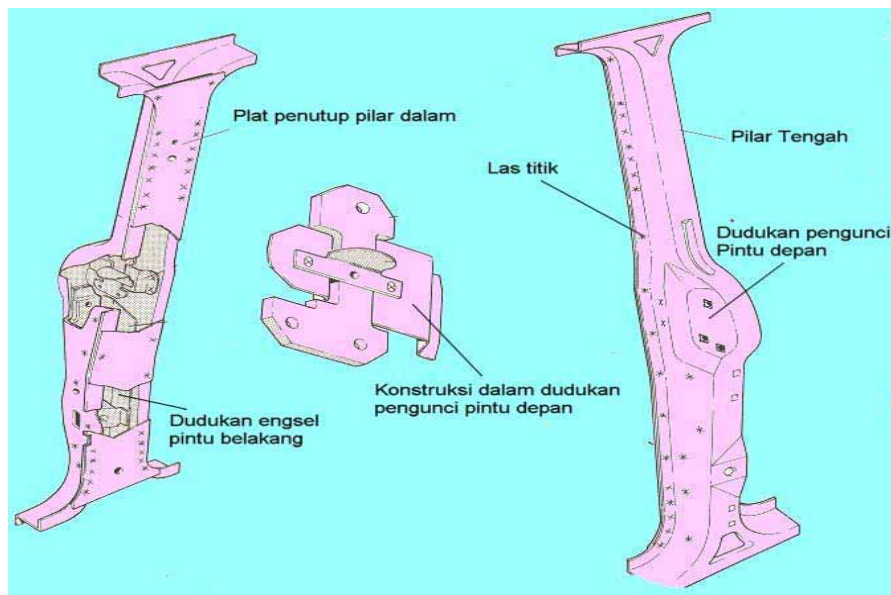
Penguat ini biasanya disatukan dengan las dan merupakan bagian untuk memegang kawat untuk pemasangan *roof head lining*.

13.8. Bodi Belakang (*Quarter Panel*)

Komponen ini biasanya menyatu dengan sayap belakang, dan memiliki konstruksi luar dan dalam. Konstruksi luar menekuk dan disatukan dengan konstruksi dalam dengan las dan baut. Pada bagian ini berhubungan dengan konstruksi pintu bagian belakang dan konstruksi kursi belakang.

13.9. Pillar Tengah

Pilar tengah merupakan penopang bagian tengah dan samping dari atap. Oleh karena itu, konstruksi ini haruslah kuat. Pada pillar tengah ini juga berfungsi sebagai dudukan engsel pintu belakang dan dudukan pengunci pintu depan. Beberapa pabrik membuat pillar lebar dan tampak dari luar, akan tetapi kadang juga dibuat tidak tampak dari luar. Konstruksi pillar tengah biasanya tidak beraturan (dibuat profil tekukan tertentu), yang menyebabkan konstruksi ini kuat dan kokoh, serta dibuat menyesuaikan bentuk dari pintu saat terbuka.

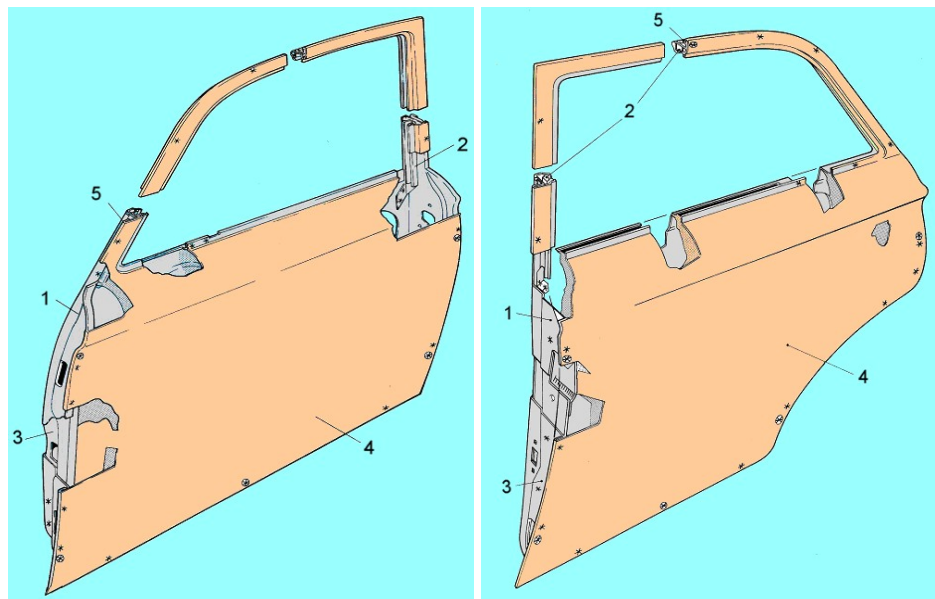


Gambar 13.12 Konstruksi *Pillar* Tengah

13.10. Pintu Kendaraan (*door*)

Pintu kendaraan memiliki berbagai macam tipe atau bentuk. Namun pada dasarnya, pintu dibuat dari dua panel utama, panel luar dan panel dalam, terbuat dari plat baja. Pintu kendaraan memiliki kekuatan yang berasal dari panel dalam yang memiliki profil tekukan dan lekukan (dengan jalan *dipress*) sehingga ketika tepinya disatukan dengan panel luar dan menjadi satu kesatuan, maka konstruksi ini akan menjadi kuat.

Pada profil pintu bagian dalam, terdapat lubang, celah dan sebagainya, yang digunakan untuk pemasangan trim, pemasangan regulator kaca dan pengunci dalam dan handel dalam. Bagian atas dari pintu terdapat bidang luasan yang ditutup dengan kaca, yang telah disiapkan dengan alurnya serta karet perapatnya, sehingga saat ditutup maka akan melindungi dari air hujan, debu dan kotoran.



Gambar 13.13 Konstruksi Pintu Depan dan Belakang

Keterangan gambar:

1. Panel dalam pintu
2. Alur jendela
3. Dudukan engsel pintu
4. Panel luar pintu
5. Alur karet pintu

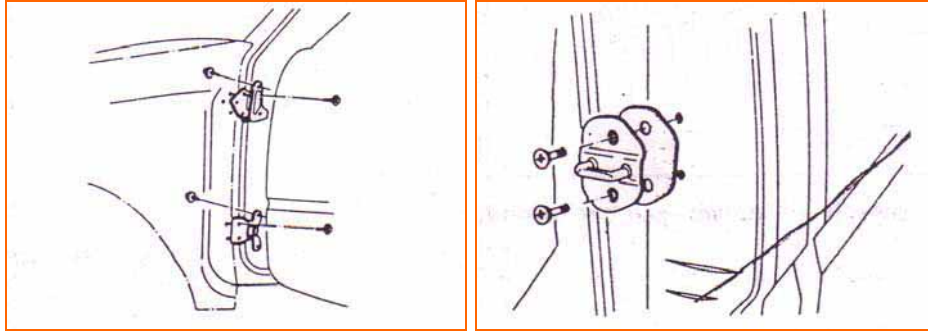
Pada perbaikan bodi kendaraan, apabila melakukan pekerjaan melepas pintu, terlebih dahulu harus melepaskan komponen yang ada didalam pintu seperti hubungan lampu kelistrikan, audio dan lainnya.

Teknik Bodi Otomotif

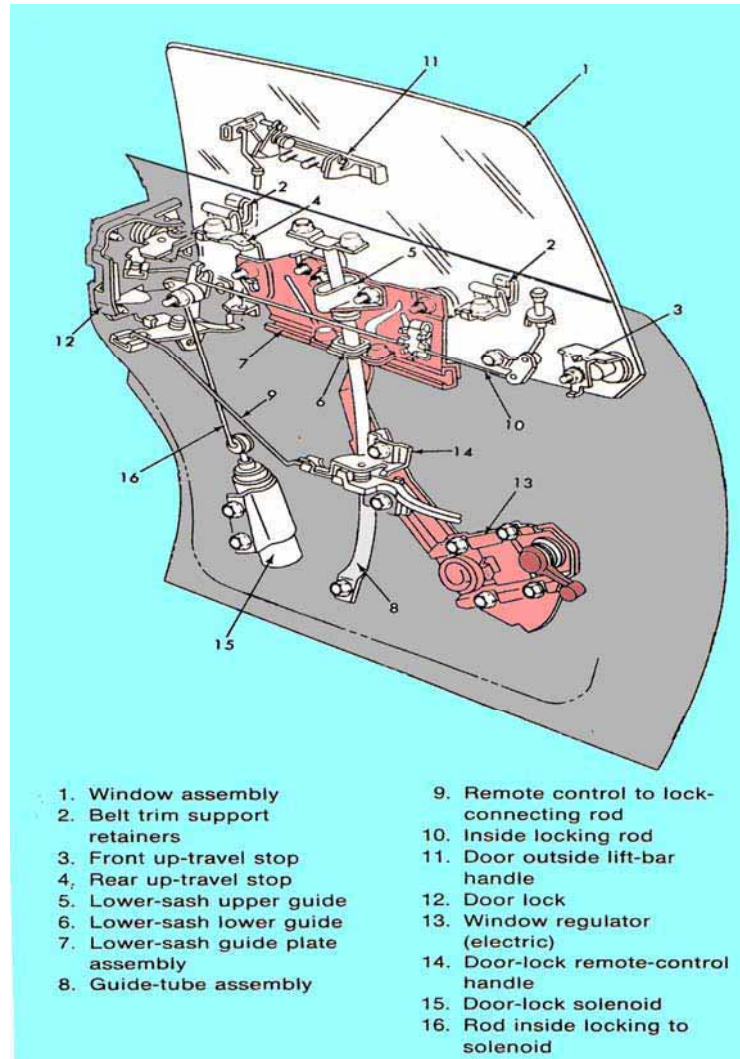
Untuk membantu menyangga pintu bagian bawah bisa menggunakan kayu.

Untuk mempermudah dalam pemasangan pintu kembali, bisa memberi tanda pada engsel dan rumahnya, baru melepas baut-baut engsel pintu, kemudian pintu dapat dilepas.

Setelah selesai melakukan perbaikan pintu dapat dipasang dengan urutan memasang dulu sementara baut-baut pengikat pintu dan engsel pilar samping, baru setelah pintu di stel, baut dikeraskan sempurna. Penyetelan seluruh pintu dalam arah depan-belakang dan arah atas-bawah. Penyetelan *lock striker* dapat dilakukan dengan arah kiri-kanan dan atas-bawah. Apabila *lock striker* kurang maju bisa ditambah dengan *shim* dengan ketebalan tertentu. Selain itu, dalam menyetel pintu kita bisa memperhatikan tanda yang telah kita buat sebelumnya, atau juga bisa berpedoman pada bekas cat sebelum pintu dilepaskan. Langkah terakhir adalah memberi *grease* (gemuk) pada engsel.



Gambar 13.14. Penyetelan engsel dan *lock striker* pintu



Gambar 13.15. Konstruksi Pintu

Kaca Pintu dan Regulator

Kaca pintu kendaraan terbuat dari *safety glass* sehingga apabila melepas/memasang kaca ini harus hati-hati. Urutan pekerjaannya adalah melepas *door trim* dan kelengkapannya misal *arm rest*, *inside door handle*, *door regulator handle* dan lainnya. Untuk melepas kaca, kaca diturunkan dan melepas baut penguncinya. Kemudian kaca dipegang, menarik *regulator arm roller* dari *glass roller guide*. Kemudian menarik kaca perlahan-lahan ke atas dan memegang pada bagian ujung belakang.

Teknik Bodi Otomotif

Sesudah melepaskan *regulator sub roller guide*, kemudian melepas *regulator*.

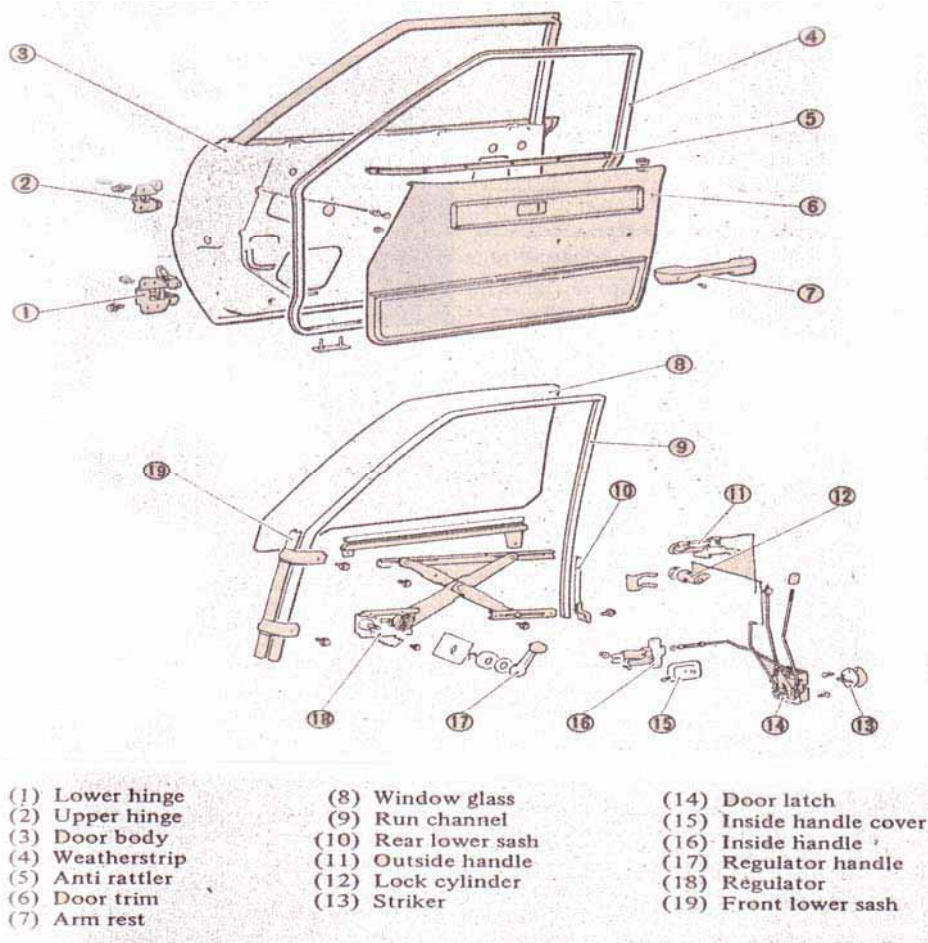
Sedangkan langkah memasang kaca terlebih dahulu memberi *grease* (gemuk) pada bagian yang berputar dan bergeser seperti pada *regulator pinion*, *driver gear*, *roller*, *glass holder* dan *roller guide*. Untuk memasang bagian-bagian tertentu seperti *weatherstrip* dan *door trim* bisa menggunakan lem adhesive secukupnya.

Handel pintu dan Pengunci (*door handle and door lock*)

Apabila kita mau keluar atau masuk kendaraan, dengan mudah kita tinggal menarik handel pintu. Handel pintu terdiri dari 2 macam, yaitu handel luar dan handel dalam, semuanya dioperasikan secara manual. Pada mekanisme pengunci, bagian luar menggunakan anak kunci, sedangkan bagian dalam kita tinggal menekan pengunci menggunakan tangan langsung tanpa anak kunci. Pada umumnya setiap pintu terdiri handel luar dan dalam, serta pengunci luar dan dalam. Namun saat ini, sudah banyak kendaraan yang mengaplikasikan *central lock*, artinya kita bisa mengunci semua pintu mobil (termasuk bagasi jika ada) dari satu tempat saja di ruang kemudi. Ada pula yang menggunakan *remote control* untuk mengunci dan membuka pintu kendaraan, biasanya juga pada kendaraan yang telah menerapkan *central lock*.

Berikut ini merupakan contoh langkah membongkar (pada pintu standar), yaitu dengan urutan membuka *door trim* dan kelengkapan lainnya, kemudian melepas batang pengunci pintu dalam (*door inside lock rod*). Melepas *handle* dengan jalan melepas baut/mur dari arah dalam. Langkah selanjutnya melepas batang-batang pengunci baik luar maupun dalam, kemudian melepas unit pengunci (*lock assy*). Jangan lupa melakukan pemeriksaan mekanisme pengunci (*lock mechanism*) dari keausan dan kerusakan, dan memastikan dapat berfungsi dengan normal.

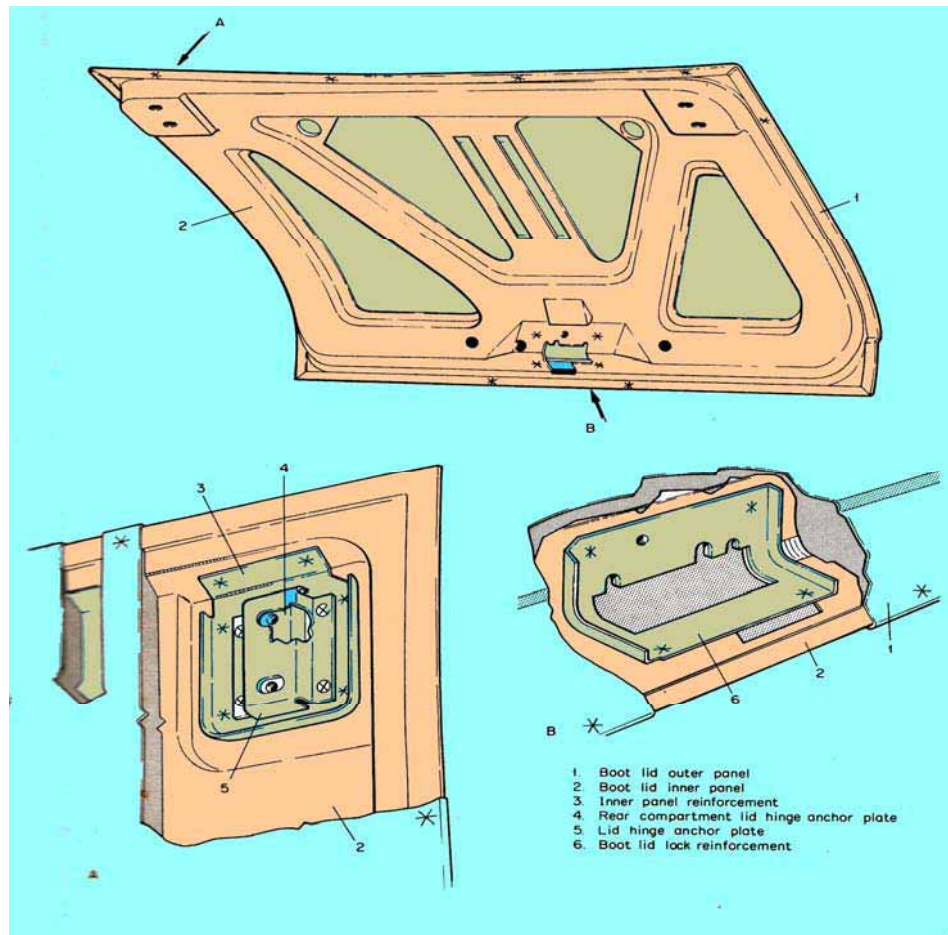
Sedangkan urutan langkah pemasangan terlebih dahulu memberikan *grease* pada unit pengunci. Setelah itu memeriksa tiap batang penghubung baik handel maupun pengunci sudah tepat dan kerja sistem pengunci lancar dan baik. Dianjurkan pula untuk menyetel jarak bebas (*play*) dari handel pintu dalam sesuai dengan ukuran standar dengan memutar mur penyetel (*mounting screw*), sekitar 4-8 mm, serta handel pintu luar sekitar 0-5 mm.



Gambar 13.16 Konstruksi door glass, regulator dan door lock

13.11. Deck lid (tutup bagasi)

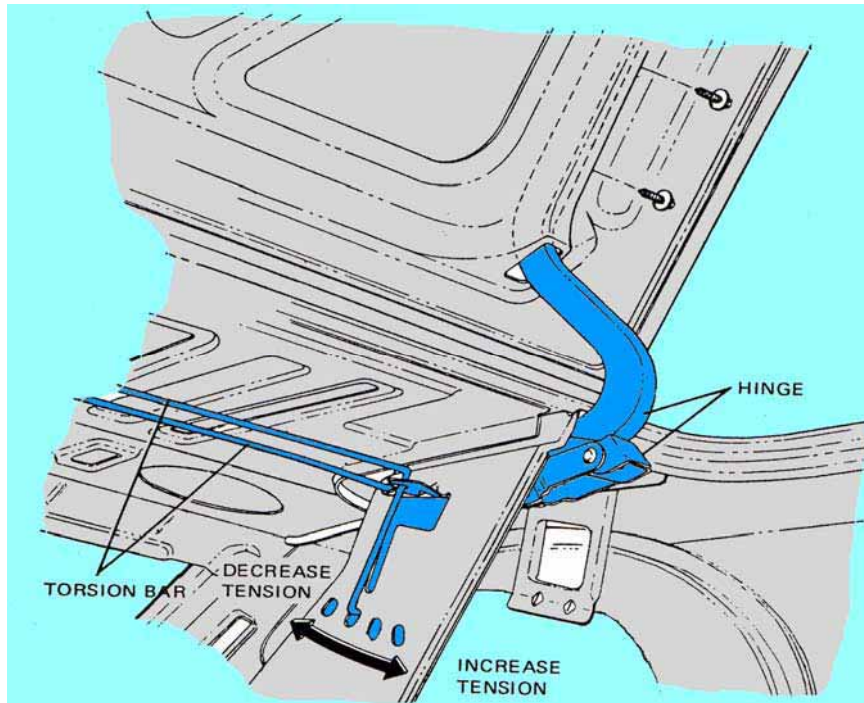
Deck lid merupakan bodi kendaraan (sebagian besar sedan) pada bagian belakang sebagai tempat barang (bagasi). Komponen ini juga terdiri dari 2 panel utama, yaitu panel luar dan dalam yang disatukan menjadi satu dengan las atau *sealant*. Bagian luar memiliki bentuk yang sederhana, namun pada bagian dalam terdiri dari rangka penguat. Untuk membuka *deck lid*, kadang disediakan handel dari luar, atau dapat dibuka dari ruang kemudi menggunakan kabel.



Gambar 13.17 Konstruksi Deck lid

Proses melepas *deck lid* jika akan melakukan perbaikan bodi kendaraan adalah melepaskan berbagai komponen yang ada di *deck lid* misalnya antena, kelistrikan dan lainnya. Kemudian membuka *lid hinge* attaching bolt, lalu lepaskan torsion bar dari sisi *lid hinge*. Setelah itu melepas konstruksi pengunci dan kabelnya. Apabila diperlukan untuk pengecatan, maka *weatherstrip* sebaiknya juga dilepas dan sisa-sisa lem dibersihkan dari bodi.

Perlu diperhatikan saat pemasangan komponen pada mobil dengan *lid antenna type radio*, *lid* digunakan sebagai antena, sebab itu lid dan bodi harus terisolasi (namun jenis ini sudah jarang digunakan). Termasuk *torsion bar* padaudukannya.



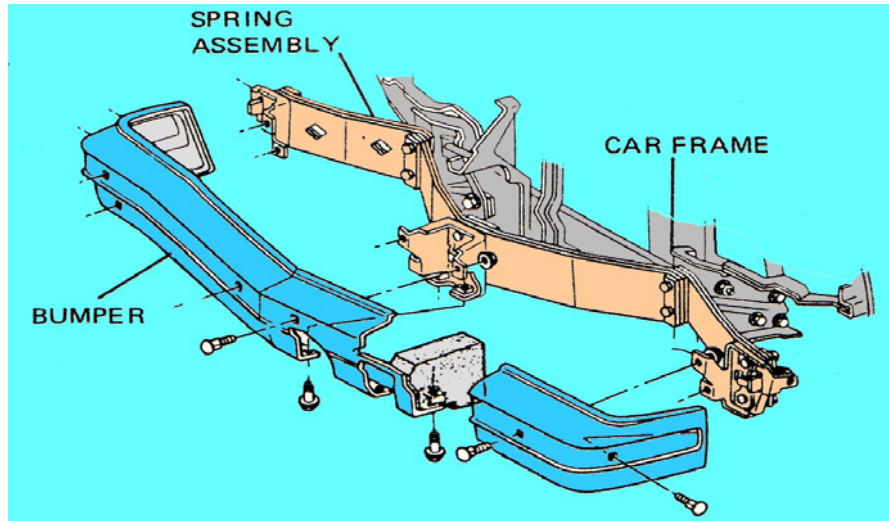
Gambar 13.18 Konstruksi *Deck lid/Boot Lid*

Setelah itu jangan lupa memberikan grease secukupnya pada permukaan yang bergerak misalnya pada pengunci. Pastikan komponen terpasang dengan tepat. Untuk pemasangan *weatherstrip* gunakan lem kering (tahan panas).

Perlu diperhatikan juga saat melakukan penyetelan, kita harus melihat celah *deck lid* dengan bodi belakang, harus memiliki lebar yang sama, dengan jalan menyetel pada baut engsel. Sedangkan untuk arah atas dan bawah, kita dapat menambah *shim*.

13.12. Bumper

Bumper dibedakan jenisnya menjadi 2, yaitu bumper depan dan bumper belakang. Fungsi dari bumper adalah sebagai pengaman pertama terhadap bodi dan penumpangnya jika terjadi tabrakan atau benturan. Pada dasarnya komponen bumper depan dan belakang sama, yaitu *bumper sub*, *bumper arm*, *bumper side extension sub* (bumper samping) dan *bumper filler*.



Gambar 13.19 Konstruksi *Bumper*

Saat akan melepas dari *bumper*, terlebih dahulu melepas komponen yang menempel pada *bumper* seperti lampu-lampu, ataupun sambungan bumper samping jika ada. Sedangkan saat melakukan penyetulan dilakukan dengan arah kiri-kanan, atas-bawah dan depan-belakang, dengan cara melonggarkan baut-baut atau mur-mur pengikatnya.

13.13. Kaca kendaraan (*automotive glass*)

Kaca kendaraan mobil merupakan komponen yang sangat penting bagi kendaraan, yang terdiri dari kaca depan, kaca belakang dan kaca samping. Ketebalan kaca pada kendaraan minimal 5 mm, terutama kaca depan selain harus memiliki ketebalan 5 mm, kaca depan terdiri dari konstruksi lapisan plastik diantara kaca bagian depan dan kaca bagian dalam. Hal ini karena harus mampu menahan tekanan udara ketika sedang berjalan maupun sebagai perangkat keselamatan ketika menerima benda asing (kerikil) yang mengenai kaca.

Kaca kendaraan harus memiliki beberapa sifat:

- kaca harus jernih
- tidak membiaskan cahaya yang datang
- tahan terhadap tekanan udara yang kuat
- apabila terjadi kecelakaan tidak membahayakan penumpang
- tahan terhadap temperatur yang ekstrim.

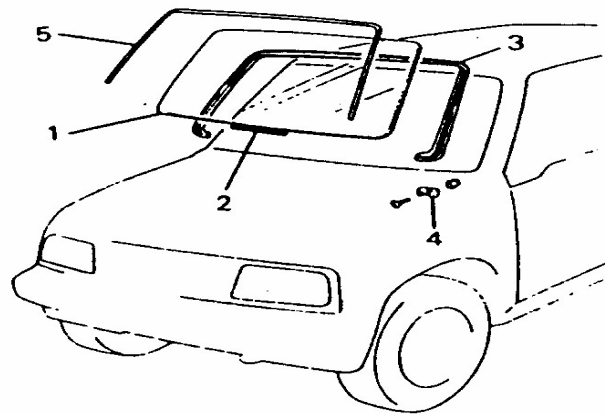
Apabila mengganti kaca kendaraan yang pecah, maka harus dilakukan dengan metode perbaikan yang benar agar kaca tidak pecah.

Komponen Bodi Kendaraan

Karena kaca merupakan komponen yang mudah pecah, bila pemasangannya tidak tepat, pada saat kendaraan mendapat guncangan, dan tekanan yang besar ketika sedang berjalan, maka kaca bisa jatuh dan pecah.

Kaca depan dipasang dengan menggunakan perekat khusus atau karet. Setiap perekat mempunyai waktu pengeringan yang berbeda-beda dan harus ditangani dengan cara yang tertentu pula. Sedangkan jika menggunakan karet akan relatif lebih aman.

Pembahasan mengenai kaca akan dijelaskan pada bab selanjutnya.



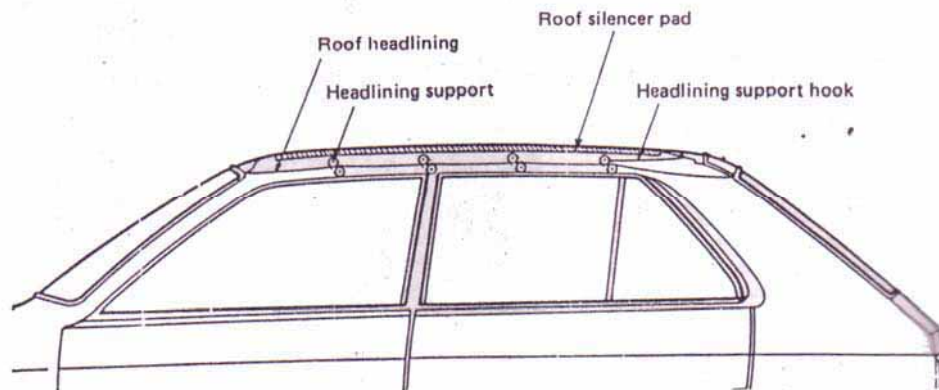
1. Windshield glass
2. Windshield glass spacer
3. Windshield opening trim
4. Windshield glass topper
5. Windshield molding

Gambar 13.20 *Wind shield*

13.14. Plafon Kendaraan (Roof Head Lining)

Komponen bodi ini terletak di dalam bodi kendaraan bagian atas. Pada awalnya, *plafon* kendaraan merupakan bidang yang rata, namun sekarang sudah bergeser dari permukaan yang rata menjadi permukaan yang bervariasi sebagai tempat komponen lain, seperti untuk lampu kabin, lampu baca, penempatan lubang-lubang ventilasi dan AC (*air conditioner*), audio dan komponen lain. Selain itu, dahulu *plafond* terbuat dari kain, bergeser dengan kain vinil sampai sekarang banyak kendaraan yang menggunakan bahan *polyurethana*. Peralatan yang digunakan untuk pembongkaran dan pemasangan adalah gunting, *cutter* dan lem adhesive.

Teknik Bodi Otomotif

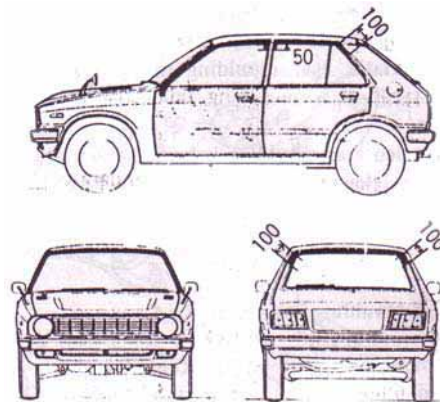
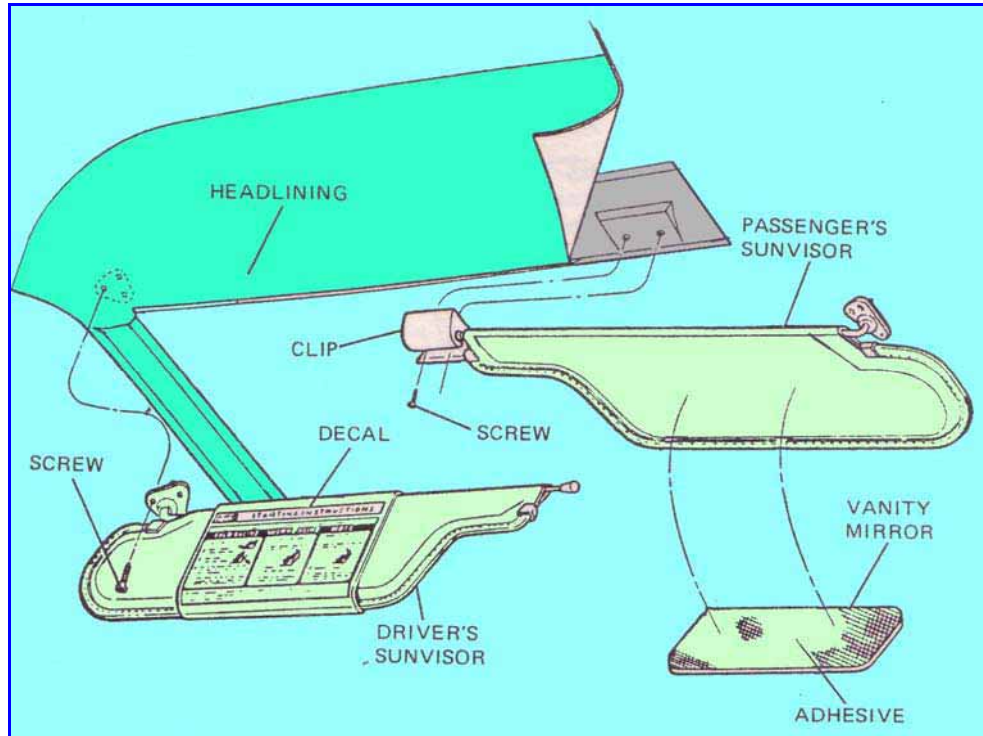


Gambar 13.21 Konstruksi Pemasangan *Roof Head lining*

Proses melepas *plafon* kendaraan adalah melepas komponen kendaraan yang menutupi proses melepas *plafon*, seperti kaca depan (*windshield glass*), penahan cahaya/ tabir surya (*sun visor*), kaca spion dalam, saluran AC, lampu-lampu dan komponen lainnya. Setelah itu *plafon* dilepas dari bodi kendaraan, dan melepaskan rangkanya (*support*). Setelah itu melepaskan adhesive tape (lem) pada bagian bodi

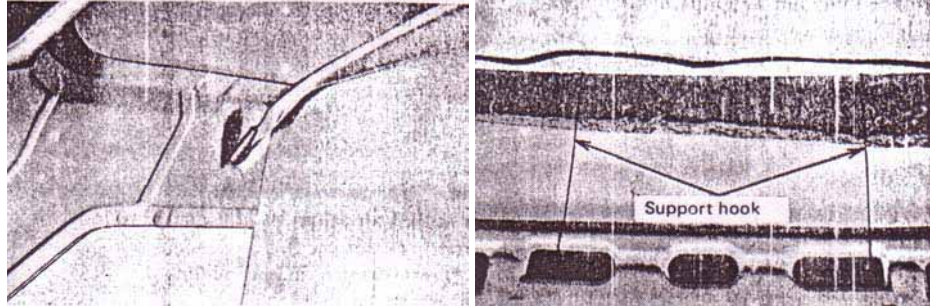
Saat melaksanakan pemasangan terlebih dahulu memasang kerangka penguat (*support*) melalui *plafon* dan menyisipkan *retainer* ke setiap ujung *support*. Kita harus menggunakan lem pada bodi kendaraan dan bagian pilar bodi kendaraan, juga pada ujung *plafon*.

Komponen Bodi Kendaraan



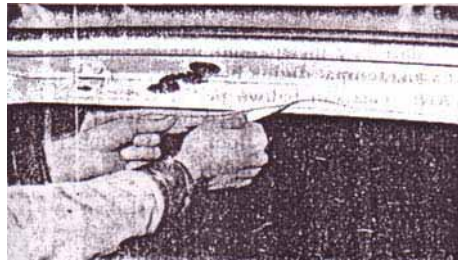
Gambar 13.22 Bagian *headlining roof* yang harus diberi lem

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 13.23 Pemasangan *retainer*

Posisikan *retainer* pada dudukannya, dengan posisi *support* melengkung keatas. Serta memposisikan *head lining* dalam arah kanan-kiri, dari depan secara teratur dan rata, luruskan dengan bodi kendaraan.



Gambar 13.24 Penempelan *roof headlining* pada bodi

Untuk *kesempunaan* pekerjaan, pastikan bahwa *plafon* telah lurus satu sama lain dan tidak ada yang melipat atau kendor, dan potonglah ujung lining yang tidak berguna dan memasang kembali komponen yang dilepas.

13.15. Tempat Duduk (*seats*)

Perkembangan teknologi tempat duduk mengalami perkembangan yang sangat pesat. Dari tempat duduk statis, sampai pada teknologi tempat duduk yang bisa diatur ketinggiannya, sandaran, bahkan dipindah atau dilipat untuk keperluan tertentu, sehingga bisa menyesuaikan kemauan penumpang. Dahulu hanya kursi pengemudi yang diberi fasilitas pengaturan, sekarang sudah hampir semua penumpang memiliki fasilitas yang sama. Posisi tempat duduk dapat distel agar sesuai dengan ergonomi pengemudi/ penumpang sehingga menimbulkan kenyamanan, keamanan dan mengurangi rasa kelelahan.

Komponen Bodi Kendaraan



Gambar 13.25 Seats

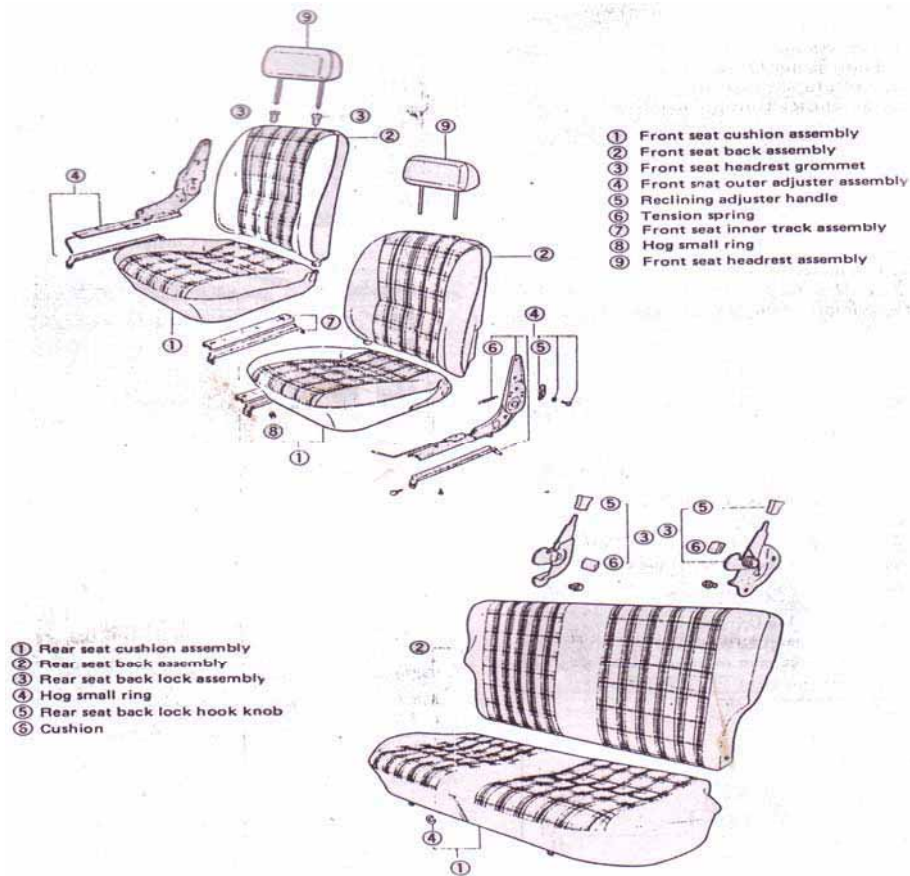
Pengaturan tempat duduk bisa dilakukan secara manual dengan menekan/ menarik kunci pembebas, dan dapat juga digerakkan secara elektrik, yaitu dengan menggunakan motor listrik. Tempat duduk kendaraan juga dilengkapi dengan sandaran kepala (*head restrains*) yang dapat diatur ketinggiannya. Sandaran kepala ini berguna untuk melindungi leher dari benturan yang diakibatkan tabrakan dari belakang kendaraan.

Tempat duduk yang dilengkapi dengan *reclining back*, bertujuan untuk menidurkan kursi kebelakang dengan sudut sekitar 30° , dan dioperasikan dengan mengangkat tuas pengunci dan menekan sandaran tempat duduk ke belakang. Cara membebaskannya dengan cara menarik tuas kembali dan pegas pengembali akan membawa sandaran kursi kembali.

Lumbar support Mechanism

Merupakan komponen pengatur tekanan pada sandaran dan dapat dikontrol pada tiga tingkat oleh tuas pengatur yang terdapat pada samping tempat duduk bagian dalam. Dengan alat ini maka pengemudi/ penumpang akan merasa lebih nyaman dalam mengendarai kendaraan sehingga tidak mudah cepat lelah.

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 13.26 Konstruksi Tempat duduk depan dan belakang

Urutan pekerjaan melepas kursi dilakukan dengan melepaskan baut-baut pengikat dengan menggeser tempat duduk kedepan dan ke belakang sampai habis. Kemudian lepaskan tempat duduk sebagai satu-kesatuan. Untuk perbaikan semua sistem perlu dilakukan melepas baut-baut pengikat, sehingga bagian yang bergerak akan pisah dengan bagian yang tetap (kaki yang menempel pada bodi). Pemeriksaan *track* (peluncur) tempat duduk dengan jalan luncurkan tempat duduk kedepan-belakang, jika berat berilah lapisan grease pada track. Sedangkan untuk pemasangan tempat duduk kendaraan dilakukan dengan cara kebalikan dari pelepasan.

13.16. Dashboard Kendaraan

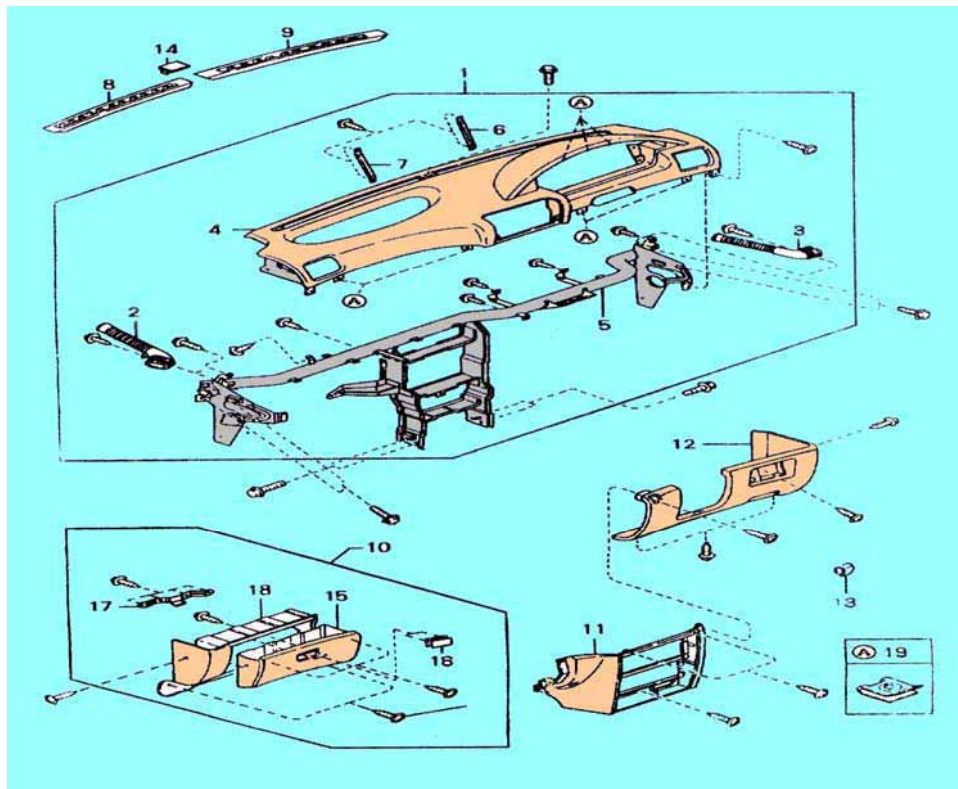
Bagian bodi dari bodi kendaraan ini, selalu berada didepan pengemudi. Hal ini dikarenakan bagian ini terdiri dari instrumen-instrumen panel, yang digunakan oleh pengemudi untuk memantau semua kondisi pengemudian (seperti kondisi mesin, sistem rem, sistem pengisian,

Komponen Bodi Kendaraan

kondisi tekanan ban), fasilitas kenyamanan (seperti AC, radio/tape, sirkulasi udara) serta tanda-tanda isyarat (seperti sein, lampu-lampu). yaitu terdapat komponen-komponen seperti gambar dibawah ini:

Sebelum membongkar *dasboard* maka hubungan terminal negatif (-) baterai. Biasanya komponen *chooke control* dan tuas pembuka *engine hood*, yang harus dilepas terlebih dahulu. Jika roda kemudi dan komponen lain ada yang mengganggu dalam melepas *dasboard*, maka sebaiknya dilepas dahulu. Setelah itu melepas komponen-komponen seperti kabel pengontrol alat pemanas (*heater control cable*), melepas laci tempat barang, melepas wiring (kabel) instrumen meliputi sekering, radio, kabel speedometer, slang-slang udara dan komponen yang mengganggu, melepas instrumen panel lainnya.

Sedangkan langkah pemasangannya dengan cara kebalikan dari pelepasan. Perlu diperhatikan juga hubungan setiap konektor (sambungan) dan kabel dengan baik dan aman begitu pula setiap klem dipasang dengan baik. Setelah semuanya terpasang, pastikan semua petunjuk instrumen (alat petunjuk) bekerja dengan normal.



Gambar 13.27 Konstruksi Panel Instrumen

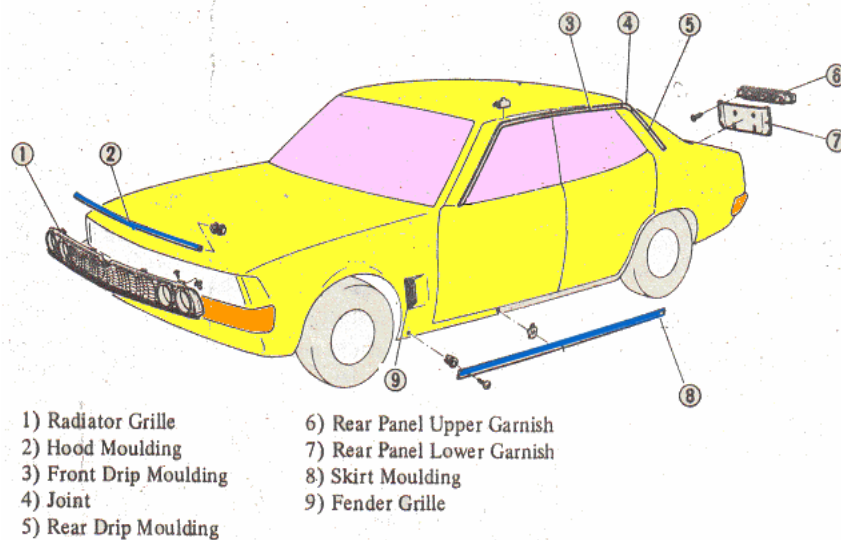
Teknik Bodi Otomotif

13.17. Grill Dan Moulding

Grill adalah komponen kendaraan yang terletak di bagian depan kendaraan berfungsi sebagai pengarah udara untuk pendinginan mesin, penyaring partikel yang besar agar tidak menutup radiator pendingin, serta sebagai penghias bodi kendaraan. Pelepasan dan pemasangan menggunakan baut pengikat atau soket plastik.

Sedangkan moulding adalah komponen pemanis kendaraan yang ditempelkan pada bodi bagian luar.

Perlu diperhatikan saat melepas dan memasang, agar *moulding* selalu dijaga agar tidak rusak, bengkok atau patah. Saat melakukan perbaikan, gunakan peralatan khusus, agar tidak merusak komponen serta bodi kendaraan. Pemasangan *moulding* juga bisa menggunakan air sabun untuk mempermudah mengatur kelurusannya.



Gambar 13.28 Konstruksi *Grill dan Moulding*

Diskusikan dengan teman Anda:

1. Sebutkan komponen bodi otomotif yang termasuk dalam eksterior!
2. Sebutkan komponen bodi otomotif yang termasuk dalam interior!



Pada bab ini kita akan membahas tentang kaca kendaraan, khususnya mengenai konstruksi dan perbaikan yang dilakukan pada kaca kendaraan. Kaca kendaraan merupakan komponen dari bodi yang sangat penting, karena akan memberikan kenyamanan kepada penumpang. Kita bayangkan kalau naik kendaraan tanpa jendela, atau kita bayangkan kalau ada jendela, tetapi tidak ada kacanya.

Pada dasarnya ada dua tipe atau jenis kaca pada kendaraan, yaitu:

1. *Laminated safety glass*, yaitu kaca yang digunakan pada kaca depan (*windshield*) kendaraan, dan
2. *Solid tempered plate glass*, yaitu kaca yang digunakan pada seluruh kaca samping dan kaca belakang dari kendaraan.

Pada *laminated safety glass* tersusun dari bahan kaca yang didalamnya terdapat lapisan plastik yang sangat kuat. Lapisan plastik ini terletak diantara dua lapisan kaca depan kendaraan. Apabila kaca depan terkena benturan benda lain atau terjadi tabrakan sehingga menyebabkan pecah, maka lapisan plastik diantara kaca tersebut akan mempertahankan kaca tidak berhamburan kemana-mana.

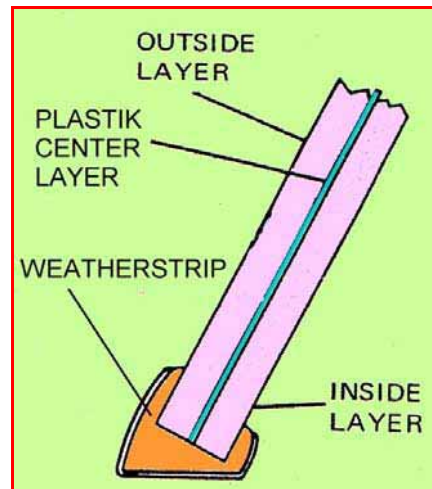
Sedangkan pada jenis kaca *solid tempered plate glass*, adalah kaca yang diperkeras dan seandainya pecah menjadi pecahan-pecahan kecil tidak akan berakibat fatal terhadap penumpang. Proses untuk menghasilkan kaca *tempered* adalah dengan memanaskan kaca hingga suhu tertentu ($\pm 650^{\circ}\text{C} - 750^{\circ}\text{C}$) dan kemudian didinginkan secara tiba-tiba dengan semprotan udara.

Kaca *tempered* memiliki beberapa sifat yaitu: kuat terhadap benturan, karena telah melalui proses *tempering* maka kaca lebih kuat dari pada kaca biasa, mampu menahan benturan ± 1.500 kg dan tahan terhadap perubahan suhu udara, perubahan suhu sampai $\pm 200^{\circ}\text{C}$ serta kaca *tempered* tidak bisa dipotong.

Adapun untuk penggunaannya di mobil, kaca *laminated* hanya digunakan untuk kaca depan. Karena bila kaca sekeliling mobil Anda

Teknik Bodi Otomotif

memakai kaca *laminated*, tidak baik bagi keselamatan sewaktu-waktu mobil terbalik dan atau terbakar, penumpang tidak bisa keluar dari mobil.



Gambar 14.1 *Laminated glass*

14.1. Peralatan perawatan dan perbaikan kaca

Kaca depan yang permukaannya kotor karena debu, kadang kurang diperhatikan, dan akan mengkilap. Selain itu sisa gas buang dari knalpot atau hasil polusi lain yang mengandung minyak, turut melekat di kaca. Berbagai kandungan ini mempercepat proses kaca menjadi buram. Terpaan air hujan pada permukaan kaca tak langsung jatuh, sebab kotoran yang melekat telah membentuk lapisan lunak dan telah bersenyawa dengan lapisan kaca. Air tak mudah tersapu dan melekat di kaca. Apalagi kalau malam hari, cahaya lampu dari depan jadi berpendar sangat membahayakan. Oleh karena itu perlu dilakukan perawatan sebagai berikut:

1. Langkah pertama periksa kondisi karet penghapus kaca dari kemungkinan getas dan retak.
2. Menyiapkan air cadangan dan lap khusus agar bisa membersihkan kaca belakang untuk mobil yang tidak punya penghapus khusus. Sebelum memulai penggosokan, kaca dibersihkan dengan air dan lap hingga benar-benar bebas dari debu. Lalu mulailah menggosok dengan cara memutar dan tidak statis satu arah.
3. Jangan membersihkan kaca (dengan atau tanpa shampo atau sabun) langsung di bawah sinar matahari. Beberapa shampo yang mengandung zat kimia ini akan cepat menyerap di bawah pancaran sinar matahari, dan masuk ke dalam pori kaca.

Kaca Kendaraan

4. Lakukan pemolesan dengan alat khusus (cairan pembersih) untuk kaca yang tergores akibat kristal debu atau gesekan karet wiper.
5. Setiap menambah air di tabung wiper, campurkan cairan shampo khusus kaca dan usahakan air dan shampo dalam tabung diganti tiap bulan

Ada beberapa tipe kerusakan kaca depan kendaraan, yaitu:

Bentuk Kerusakan	Keterangan	Bentuk Kerusakan	Keterangan
 A. STAR	Kerusakan akibat adanya tekanan pada area tertentu	 E. IMPACTED BULL'S-EYE	Kerusakan yang paling umum terjadi disebabkan oleh kerikil.
 B. PARTIAL BULL'S-EYE	Kerusakan akibat hantaman sudut kerikil yang tajam	 F. SHORT RADIAL CRACK	Kerusakan yang melebar membentuk garis
 C. LARGE COMBINATION (FLOWERY OR FISHHOOK)	Kerusakan dari beberapa sebab	 G. STRESS CRACK FROM EDGE	Kerusakan karena tekanan pada sisi kaca
 D. AIR TRAPPED IN CURED REPAIR	Kerusakan karena udara terjebak saat perbaikan		

Untuk memperbaiki kaca depan yang mengalami kerusakan, kita harus menggunakan perlengkapan khusus. Mengingat kaca merupakan bahan yang mudah pecah, maka jangan memperbaiki kaca tanpa menggunakan peralatan yang sesuai. Berikut ini merupakan satu set peralatan perbaikan kaca.

Langkah untuk melaksanakan perbaikan kaca adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengeboran pada retakan (dengan diameter kurang dari 5 cm) terlebih dahulu.
2. Lakukan penyuntikan dengan resin encer.

Teknik Bodi Otomotif

3. Setelah resin masuk ke rongga kaca yang telah dibor, keringkan dengan menggunakan ultraviolet.
4. Selanjutnya, retakkan kembali disuntik dengan resin yang lebih kental agar rongga retakkan makin padat terisi resin.
5. Lakukan pengeringan kembali dengan ultraviolet.
6. Setelah kering, permukaan sekitar kaca yang retak diolesi Cerium (bahan poles kaca). Lakukan pemolesan dengan menggunakan sender kecil.
7. Setelah rata, kaca dibersihkan.

14.2. Adhesive (perekat)

Adhesive adalah lem perekat yang dapat berbentuk cair ataupun pasta. Setelah menjadi kering, adhesive ini akan berubah mengeras menjadi seperti material karet. Penggunaan *adhesive* pada kendaraan sangat banyak, pada sambungan rivet, kaca kendaraan ataupun baut dan mur yang jarang dibongkar pasang maka baut dan mur diberi *adhesive*. Untuk beberapa bagian tertentu, proses menggunakan *adhesive* akan lebih cepat dan dapat menurunkan biaya produksi. Selain itu dengan menggunakan *adhesive* maka komponen akan terlindung dari kebocoran air yang akan masuk ke dalam kendaraan yang dapat menyebabkan korosi.

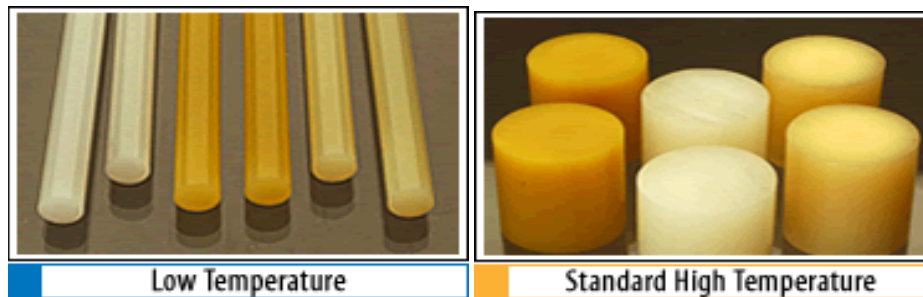


Gambar 14.2 Peralatan perbaikan kaca



Gambar 14.3 Sealent gun

Gambar di samping merupakan alat untuk mengaplikasikan sealent ke bodi otomotif khususnya yang bersifat pasta. Ada beberapa jenis sealent ini, dari yang menggunakan aplikasi suhu yang rendah sampai pada suhu yang tinggi.



Gambar 14.4 Sealent temperatur rendah dan tinggi

Bentuk dari sealent yang dipanaskan sesuai dengan ujung dari sealent gun. Berikut ini beberapa contoh ujung sealant.

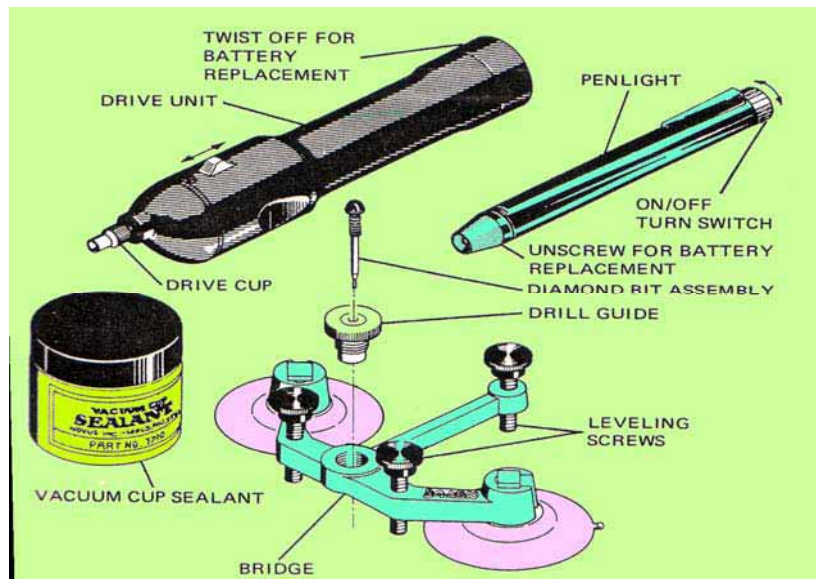


Gambar 14.5 Tipe pipih, oval, dan membulat

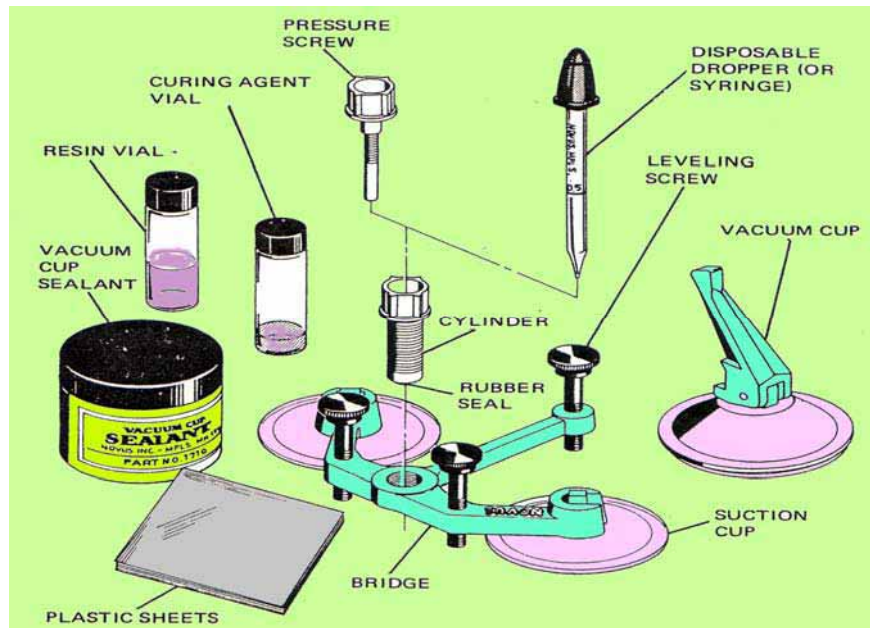
Teknik Bodi Otomotif



Gambar 14.6 Tipe khusus dan adaptor



Gambar 14.7 Peralatan untuk mengebor kaca untuk injeksi



Gambar 14.8 Peralatan perbaikan kaca kendaraan dengan metode injeksi



Gambar 14.9 Macam sealent dan sealent gun tipe listrik

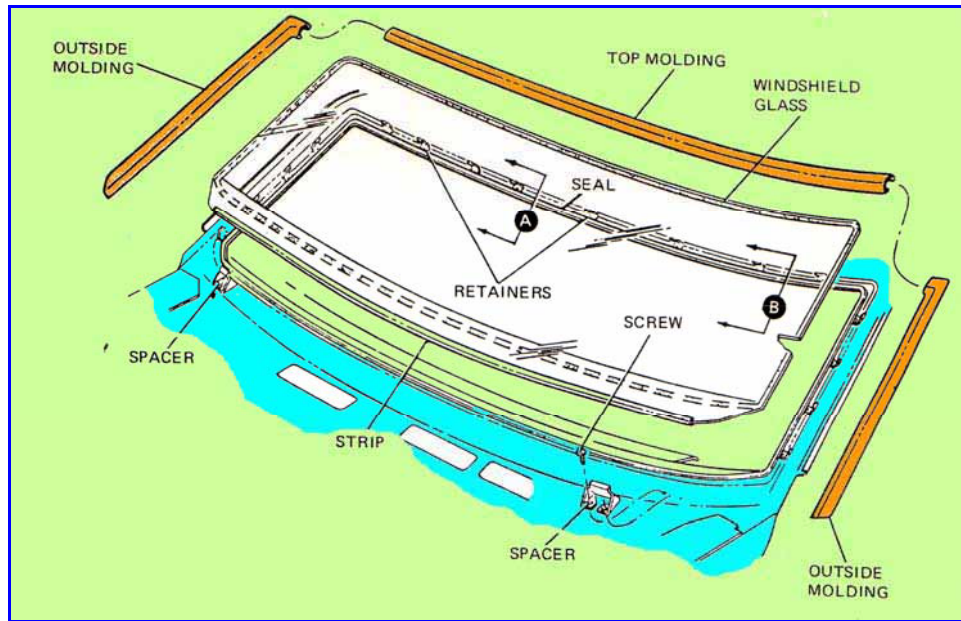
Teknik Bodi Otomotif

14.3. Windshield

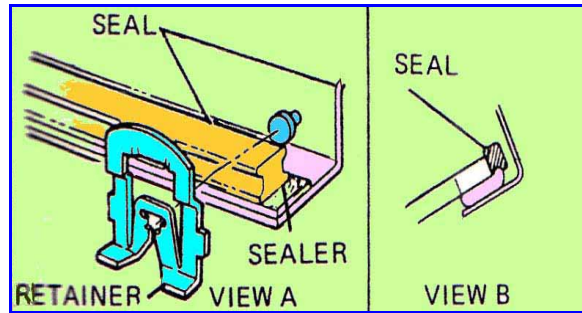
Windshield (Kaca Depan Kendaraan) terbuat dari kaca yang aman dan terdiri dari dua lapisan yang didalamnya terdapat lapisan plastik yang sangat kuat atau sering disebut dengan *laminated safety glass*. *Windshield* terpasang pada bodi kendaraan depan menerima beban yang disebabkan oleh angin sebagai akibat dari aerodinamika kendaraan.

Semakin cepat laju kendaraan, maka beban yang diterima *windshield* juga semakin besar. Untuk kendaraan yang telah dirancang untuk kecepatan tinggi, desain dari kaca kendaraan dibuat landai, sehingga hambatan yang diterima kendaraan secara keseluruhan juga dapat dikurangi, sebagai konsekuensi volume ruang dalam kendaraan juga berkurang.

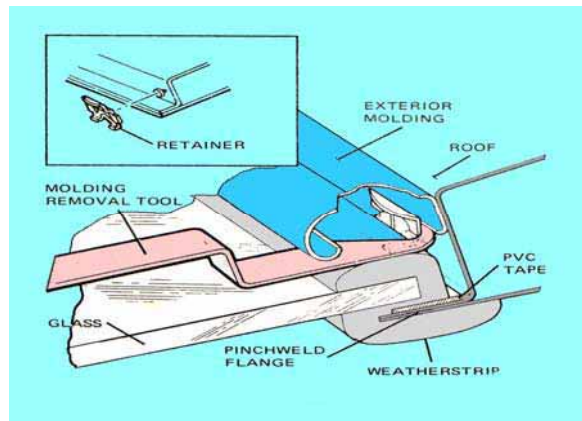
Ada beberapa komponen yang terdapat pada kaca depan, yaitu *windshield glass*, *molding*, *spacer*, *retainers*, baut-baut dan ada juga yang dilengkapi dengan *weatherstrip*.



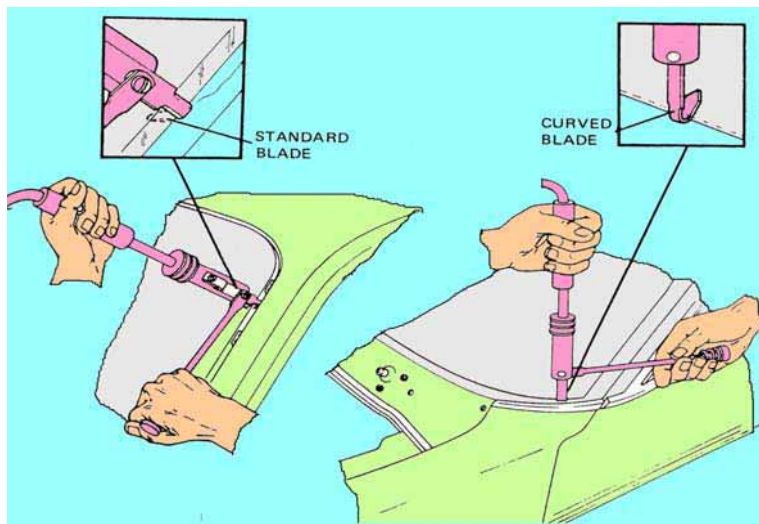
Gambar 14.10 Komponen kaca depan



Gambar 14.11 Retainer

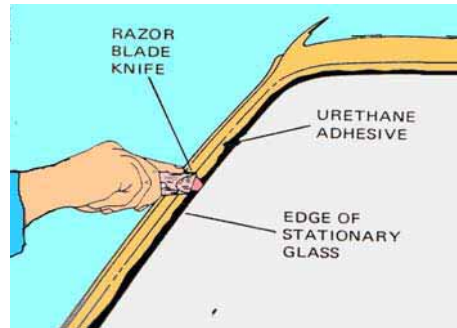


Gambar 14.12 Melepas moulding

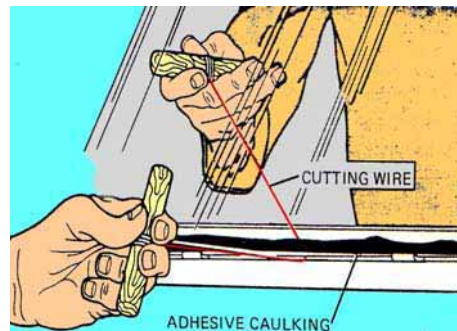


Gambar 14.13 Melepas weatherstrip dengan pemanas

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 14.14 Melepas karet kaca dengan pisau razor



Gambar 14.15 Melepas karet kaca dengan kawat pemotong



Gambar 14.16 Pada area yang kecil, pemotongan bisa dilakukan sendiri

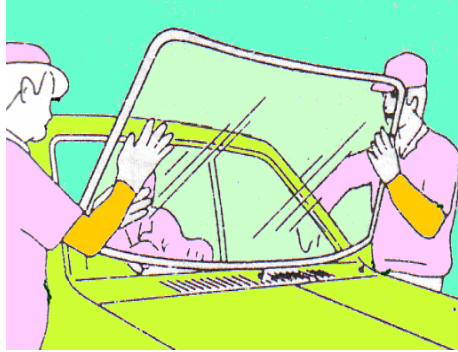
Pelepasan:

- a) Pada saat melepas kaca depan perlu diketahui metode penempelan kaca depan dengan bodi kendaraan menggunakan karet atau sealant. Kalau menggunakan sealant, maka harus dipotong dengan pisau.

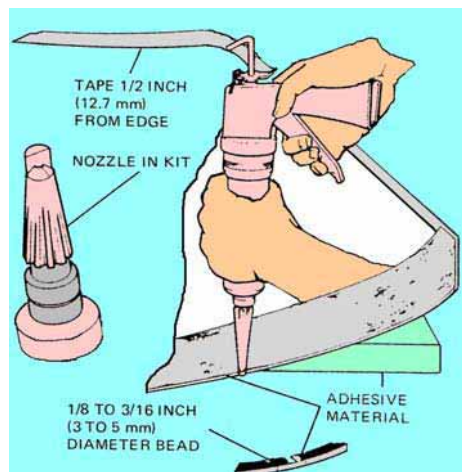
Kaca Kendaraan

Sedangkan kalau menggunakan karet, bisa melepas kaca dari bagian dalam.

- b) Kemudian bersihkan sisa karet kaca yang masih menempel di bodi. Dengan menggunakan alat pembersih dan pisau, bersihkan seluruh perekat pada bodi dan kaca.

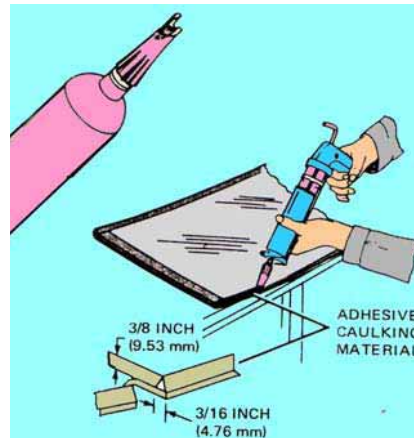


Gambar 22.17 Pelepasan Kaca



Gambar 14.18 Cara menggunakan sealant gun

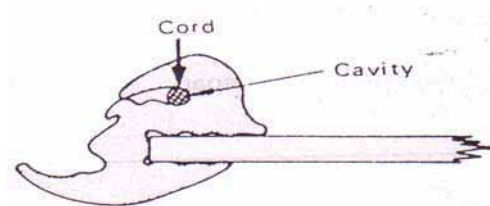
Teknik Bodi Otomotif



Gambar 14.19 Ujung dari sealant disesuaikan

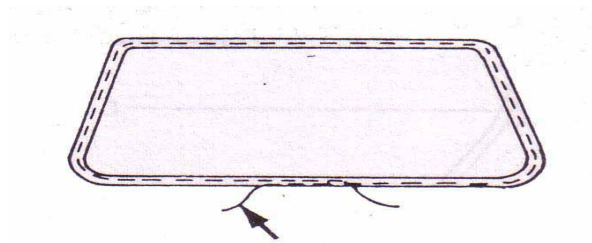
Pemasangan:

- Pemasangan kaca depan, diawali dengan memasang karet kaca pada kaca depan, dan dengan menggunakan bantuan obeng memasukkan tambang ke rongga karet.



Gambar 14.20 Tambang sebagai bantuan saat pemasangan kaca depan

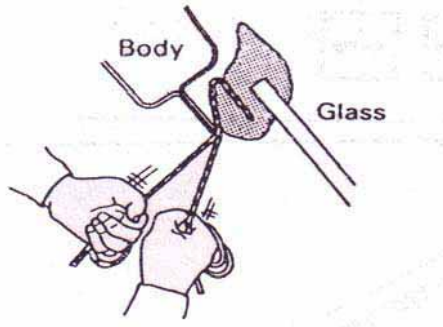
- Panjang tambang sampai ujung bagian bawah tengah kaca depan masih sisa kurang lebih 10 cm setelah sekelilingnya dipasang tambang.



Gambar 14.21 Posisi tambang saat akan pemasangan

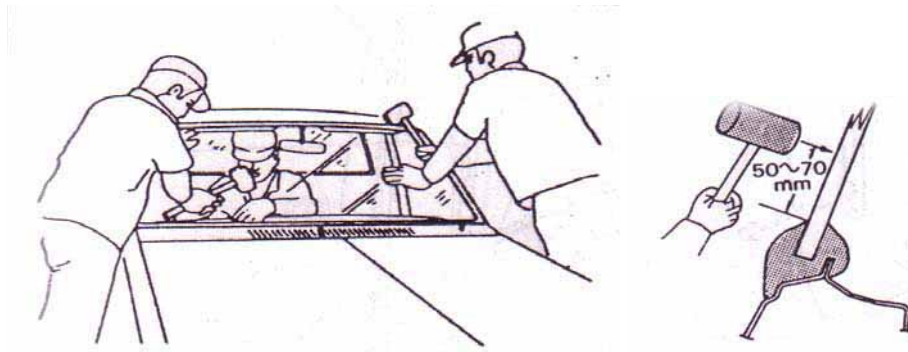
Kaca Kendaraan

- c) Dengan bantuan seorang dari luar, tahan kaca depan sambil menempatkan ke alur kaca pada bodi dan tekan kaca ke dalam. Titik tengah kaca depan tepat dengan titik tengah pembuka kaca depan.
- d) Kemudian pasang kaca depan dengan menarik ujung tambang dibagian tengah kaca dari bagian dalam bodi hingga karet kaca terkait ke alur kaca pada bodi kendaraan sepenuhnya.



Gambar 14.22. Tambang ditarik dan memasukkan karet ke alur kaca pada bodi

- e) Apabila kaca telah terpasang pada tempatnya, ketuklah kaca dari luar bodi dengan palu karet agar kaca masuk kedalam tempatnya sekitar 50-70 mm menjauhi karet kaca.



Gambar 14.23. Pemukulan kaca untuk menepatkan posisi kaca kaca pada flange bodi

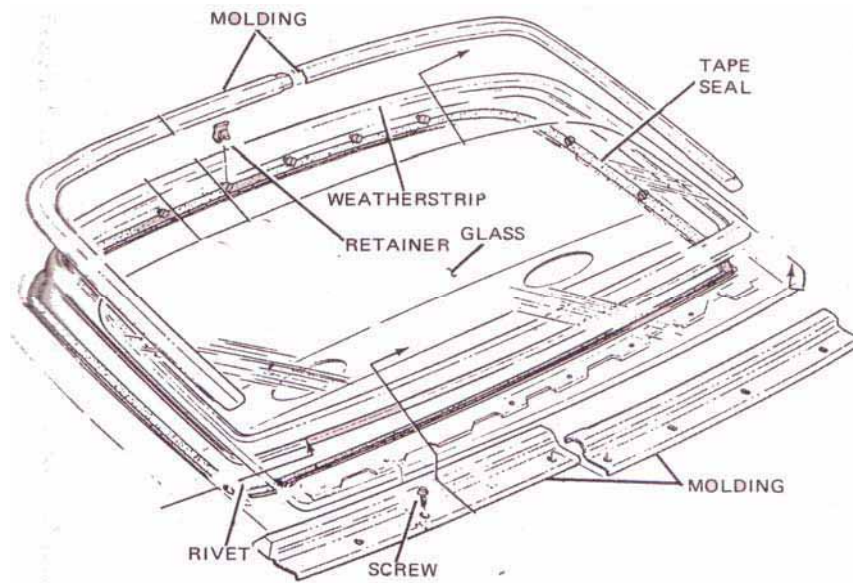
- f) Setelah itu membersihkan perekat kaca yang tersisa. Setelah pemasangan, tunggulah sekitar 3 jam untuk mengetahui hasil pemasangan dari kemungkinan melengkung.

Teknik Bodi Otomotif

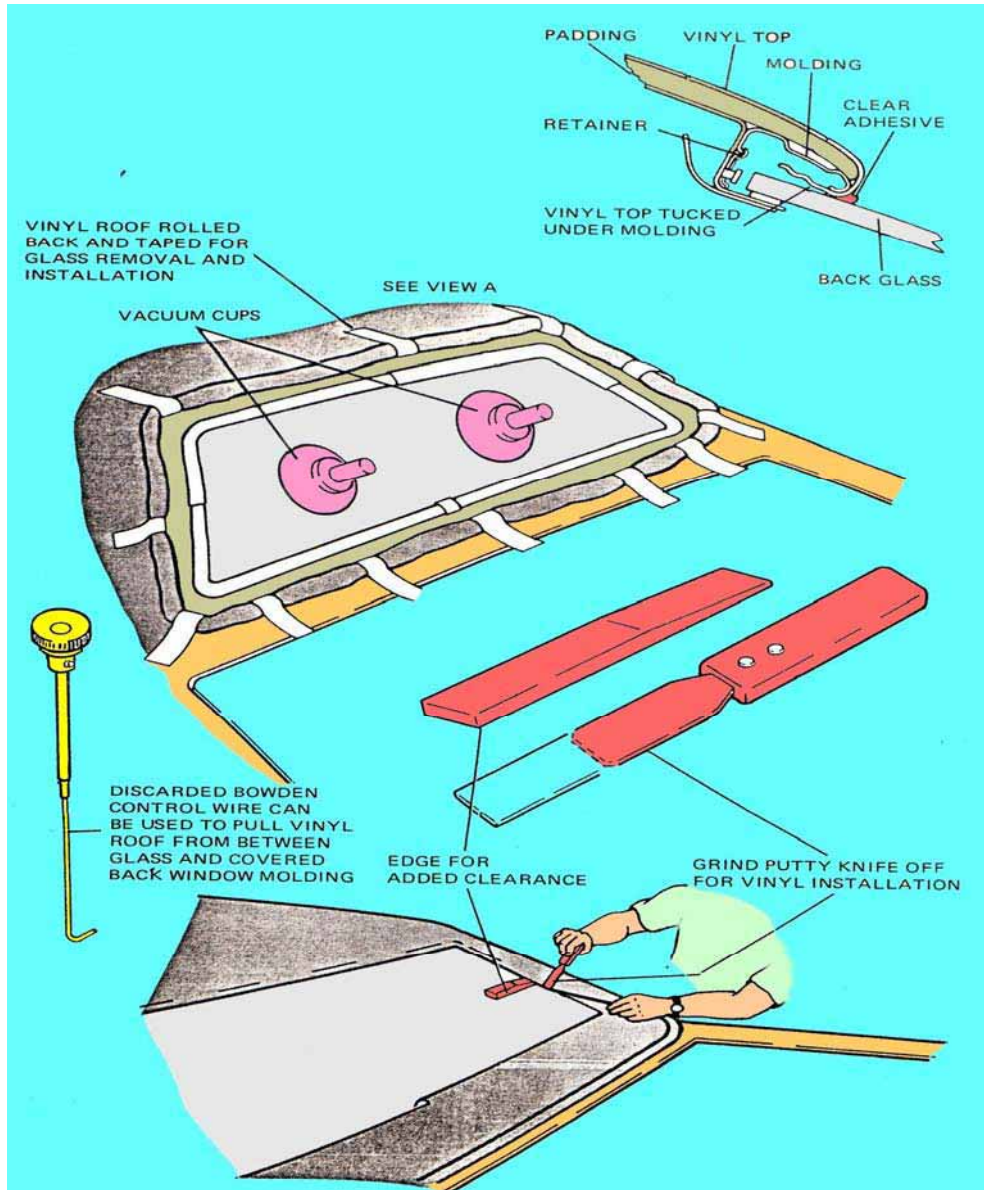
14.4. Kaca Belakang

Bentuk dari kaca belakang kendaraan mobil yang satu dengan lainnya memiliki berbagai perbedaan, baik dalam hal ukuran dan permukaannya. Ada yang datar, ada yang melengkung, ada yang lebar, ada yang kecil. Ada yang terdiri dari 2 bagian, tetapi ada yang hanya satu bagian seperti pada kaca depan.

Cara pemasangannya juga beraneka macam, seperti halnya dengan *windshield* (kaca depan). Ada yang menggunakan lem khusus, ada juga yang menggunakan karet. Begitu juga cara melepas dan memasang kaca belakang juga hampir sama dengan cara yang dilakukan pada *windshield*.



Gambar 14.24 Komponen kaca belakang



Gambar 14.25. Melepas kaca belakang

Teknik Bodi Otomotif



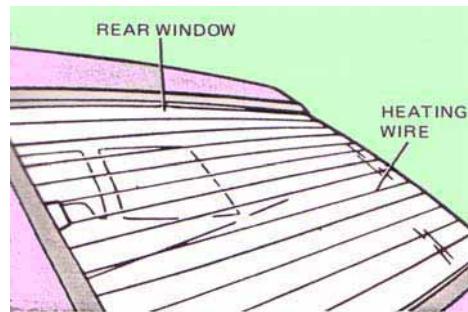
Gambar 14.26 Teknisi mengangkat kaca dengan vacuum cup



Gambar 14.27 Alat pengangkat vacuum cup

Hanya saja, untuk beberapa kendaraan tertentu, ketika melepas atau memasang kaca belakang tidak bisa dikerjakan pada sisi bagian dalam kendaraan, karena konstruksi bodi misalnya. Oleh karena itu diperlukan alat bantu untuk memegang kaca dari bagian luar, yaitu dengan *vacuum cup*. Selain itu pada saat melepas dan memasang kaca belakang, beberapa kendaraan dilengkapi dengan *defogger* (elemen pemanas untuk menghilangkan kabut kaca belakang yang akan mengganggu pandangan pengemudi terhadap benda/ kendaraan dibelakangnya). Komponen ini dipasang menempel pada kaca yang dihubungkan dengan kabel di bagian tepi dari kaca belakang kendaraan. Jadi sebelum kaca dilepas, kabel ini terlebih dahulu harus dilepaskan, karena kabel disembunyikan dalam trim kendaraan. Ketika akan melepas kaca belakang yang memiliki *defogger*, Anda harus yakin bahwa

komponen ini tidak aktif yang akan membahayakan jika dipegang dengan tangan.



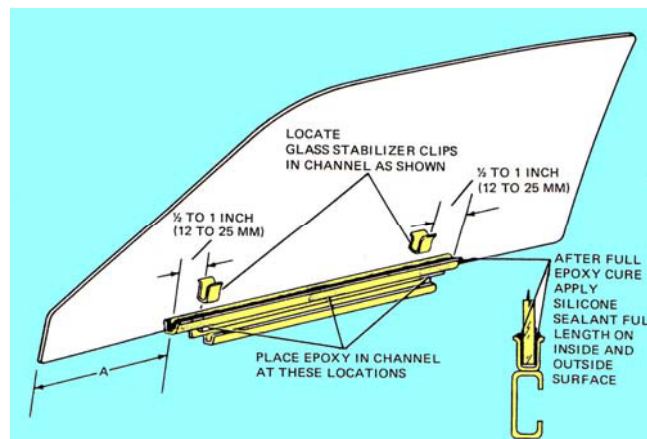
Gambar 14.28 Defogger pada kaca belakang

14.5. Kaca Samping

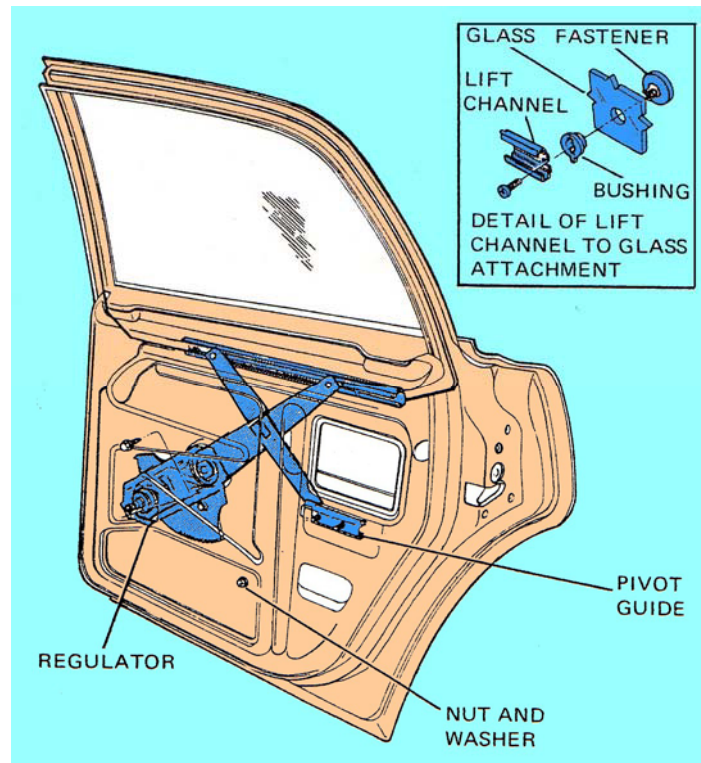
Kaca samping kendaraan memiliki beberapa jenis, ada yang bisa dibuka, namun ada juga yang bersifat tetap, atau terpasang tetap. Kaca samping yang terdapat pada bagian pintu biasanya dapat dibuka. Sedangkan kaca yang terpasang pada bodi kendaraan yang lain, bisa dipasang tetap, atau juga ada yang bisa dibuka.

Kaca kendaraan yang bersifat tetap misalnya pada *quarter window*, yaitu kaca diatas *quarter panel*. Konstruksi pada bagian ini adalah, kaca, pembatas serta sekrup.

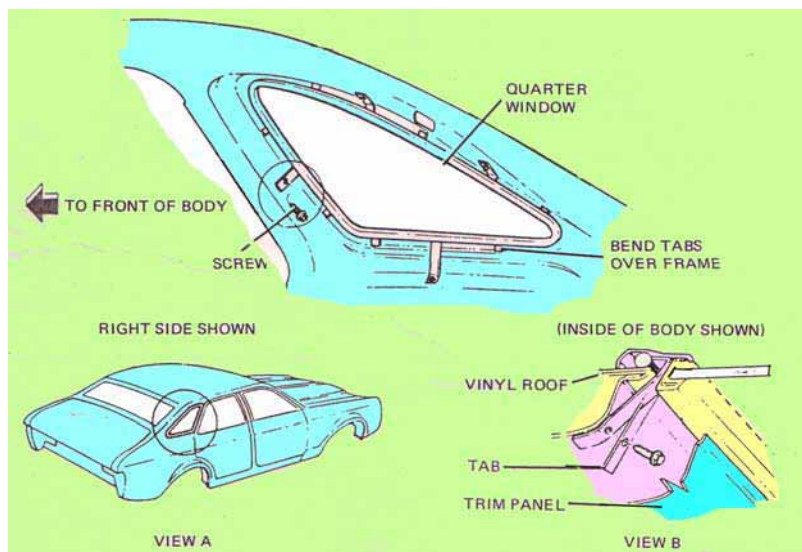
Sedangkan kaca yang dapat bergerak misalnya pada pintu kendaraan. Berikut ini konstruksi dari kaca kendaraan pada bagian pintu depan.



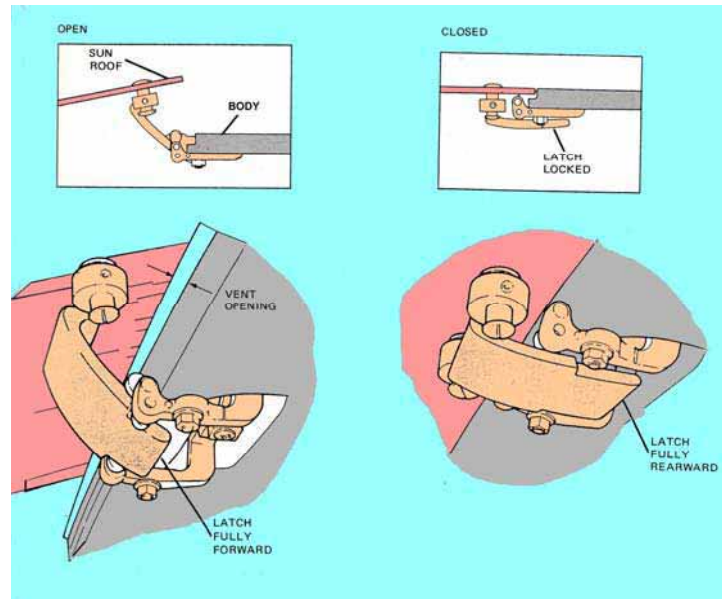
Gambar 14.29 Konstruksi kaca pintu



Gambar 14.30 Regulator kaca samping



Gambar 14.31 Konstruksi kaca tetap



Gambar 14.32 Konstruksi kaca membuka samping

Tugas dan pertanyaan:

1. Kunjungilah bengkel variasi kendaraan, dan lakukan pengamatan tentang pemasangan kaca film pada kaca kendaraan! Buatlah laporan dari kunjungan Anda!
2. Sebutkan jenis-jenis kerusakan kaca depan kendaraan!
3. Apa yang terjadi apabila semua kaca kendaraan dibuat dari bahan laminated glass? Amankah terhadap penumpang?

Kendaraan diciptakan sebagai alat bantu manusia dalam memenuhi kebutuhan transportasi sehari-hari. Ketika kendaraan digunakan, sangat mungkin terjadi kerusakan bodi yang tentunya juga tidak diinginkan. Kerusakan tersebut ada yang bersifat kecil seperti tergores, penyok atau juga kerusakan berat seperti rangka yang bengkok, bodi yang ringsek dan sebagainya.

Sebelum membahas lebih lanjut mengenai metode perbaikan bodi kendaraan, terlebih dahulu akan dibahas mengenai sifat-sifat mekanis dari bahan. Karena bodi kendaraan sebagian besar terbuat dari plat eyser, maka dalam uraian sifat-sifat mekanis ini mengarah kepada logam padat.

Sifat mekanis dari suatu bahan adalah kemampuannya dalam menahan suatu beban, baik beban statis atau beban dinamis, pada keadaan suhu rendah dan tinggi. Beban statis adalah beban yang tetap, berat atau ringan dalam arah tertentu pada setiap saat. Termasuk beban statis adalah tarikan, tekanan, lengkungan, puntiran, geseran dan kombinasi diantara keduanya. Sedangkan beban dinamis adalah beban yang arahnya berubah-ubah menurut waktu, diantaranya beban secara tiba-tiba atau mengejut, beban secara berubah-ubah, dan beban bergetar.

Dari kedua sifat tersebut, maka diusahakan agar bahan yang mempunyai sifat mekanis tertentu yang baik, tetapi juga mempunyai sifat lain yang kurang baik, maka diambil langkah untuk mengatasinya sehingga bahan tersebut dapat digunakan. Dengan mempelajari karakter sifat ini, dapat diketahui dampak benturan atau kejadian lain sebagai akibat dari kecelakaan kendaraan, sehingga dapat untuk melakukan tindakan perbaikan sesuai dengan metode yang tepat berdasar bentuk kerusakan.

1. Perubahan bentuk (deformasi)

a. Deformasi elastic

Jika suatu logam menerima gaya dari luar dan mengalami perubahan bentuk dalam batas tertentu, maka deformasi yang terjadi hanya bersifat sementara. Apabila gaya penyebab

deformasi tersebut dihapuskan, maka logam akan kembali ke bentuk semula. Hal ini terjadi apabila pembebanan yang diberikan masih berada di bawah batas kekenyalan logam tersebut.

b. Deformasi plastis

Jika deformasi logam terjadi di luar batas elastisitas, dan besarnya muatan tekanan yang diberikan melampaui batas kritis bahan, maka atom-atom logam akan berubah posisinya dan tidak mungkin kembali. Sifat plastis bahan merupakan salah satu sifat yang penting untuk membedakan bahan yang satu dengan lainnya. Berdasar sifat plastis pulalah dapat dilaksanakan pengerjaan logam yang membentuk atau mengubah bentuk yang sudah ada.

Sebagai contohnya adalah penempaan rangka mobil (chasis), pelengkungan bodi mobil, penggilasan besi profil serta penarikan kawat logam.

c. Deformasi slip

Yaitu penggelinciran gugusan Kristal satu terhadap yang lainnya disepanjang bidang tertentu, yang selanjutnya dikenal dengan bidang slip.

d. Deformasi *twinning*

Adalah deformasi yang disebabkan oleh puntiran atau perputaran secara tiba-tiba dari suatu bagian Kristal. Perbedaan antara *twinning* dan slip hanya dapat dilihat dengan mikroskop, dan terjadinya biasanya disebabkan karena pembebanan yang tiba-tiba disertai dengan pengurangan temperature.

2. Pergeseran dan penguatan

Hal ini disebabkan oleh karena perubahan yang terjadi pada Kristal logam, seperti pada slip dan deformasi. Proses menjadi lebih kuat dan lebih keras inilah yang dikenal dengan istilah proses "*work hardening*". Proses ini banyak dilaksanakan pada penguatan dan pengerasan logam-logam, misalnya pembuatan plat *stainless steel*, pelat aluminium dan lain sebagainya.

3. Kekerasan (*hardness*)

Salah satu sifat penting dalam logam adalah kekerasan. Kekerasan logam tidak bias diberikan dengan ukuran mutlak, tetapi

Teknik Bodi Otomotif

dibandingkan dengan logam lain yang telah ditentukan kekerasannya. Pengukuran kekerasan logam diantaranya dilakukan dengan pengujian *brinell*, *vickers*, *Rockwell*, *scleroscope*, serta *microhardness test*.

4. Keregangan (*ductility*)

Yaitu sifat bahan yang menyebabkan bahan tersebut dapat ditarik menjadi kawat, sebab jika logam mendapat pembebanan yang besar, maka akan mempunyai sifat meregang.

5. Malleability (kemungkinan dapat ditempa)

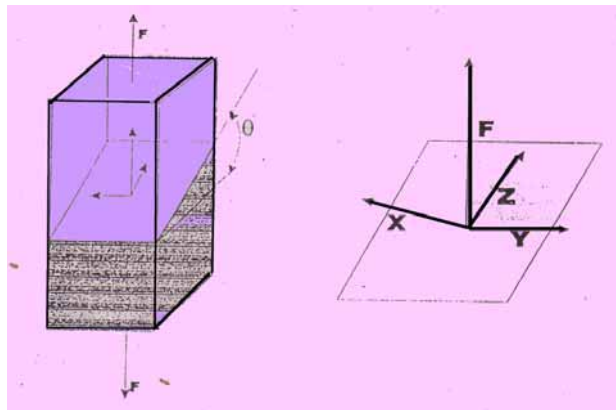
Sifat ini memungkinkan suatu jenis logam dapat ditempa dan digilas menjadi pelat-pelat tipis, tanpa mengalami perpecahan.

6. Kelelahan (*fatigue*)

Sifat ini adalah kemampuan bahan dalam menerima beberapa kali beban yang berganti-ganti dengan tekanan maksimal dikenakan pada setiap pembebanan. Beban-beban seperti ini biasanya terdapat pada bagian yang mengalami pembebanan timbal balik seperti pegas-pegas, poros-poros dan sebagainya.

15.1. Tegangan dan Regangan

Tegangan adalah gaya yang mengenai bahan pada setiap satuan luas. Secara umum, tegangan dijabarkan menjadi tegangan normal (tarik/tekan) dan tegangan geser.



Gambar 15.1 Tegangan normal dan tegangan geser

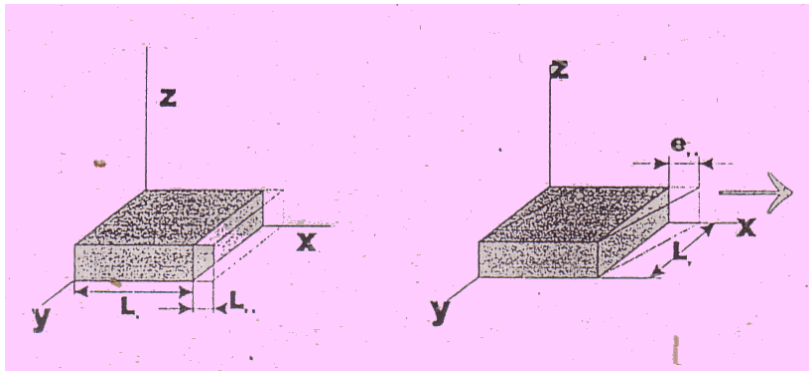
Untuk mencari besarnya tegangan digunakan rumus:

$$\sigma = F_n / A \quad (\text{untuk tegangan normal})$$

$$\tau = F_p / A \quad (\text{untuk tegangan geser})$$

Dimana A adalah luas permukaan yang terkena gaya

Regangan adalah intensitas deformasi bahan menurut besar gaya dan arahnya (perbandingan perubahan panjang terhadap panjang semula). Regangan dibagi menjadi 2, yaitu regangan linier dan regangan geser.



Gambar 15.2 Regangan linier dan regangan geser

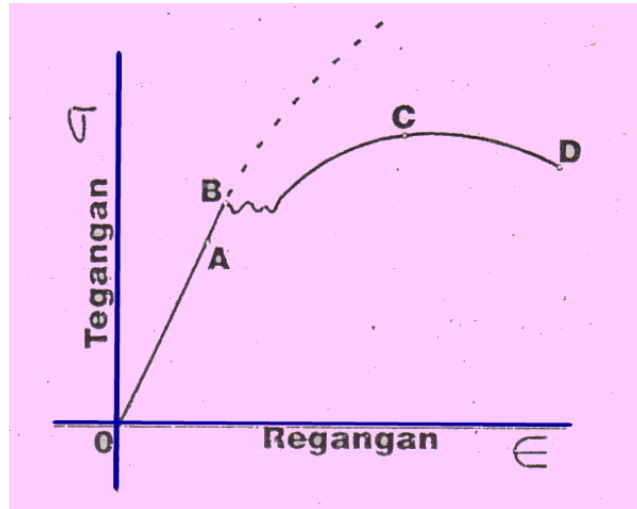
Untuk mencari besarnya regangan digunakan rumus

$$\epsilon = \Delta L / L \quad (\text{untuk regangan linier})$$

$$\gamma = e / L \quad (\text{untuk regangan geser})$$

Diagram Regangan-Tegangan

Diagram yang menggambarkan perubahan bentuk/ deformasi bahan dibawah pengaruh perubahan gaya.



Gambar 15.3 Diagram regangan - tegangan

Dari gambar di atas, dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

Batas proporsional (*proportional limit*), adalah tegangan terbesar dimana suatu bahan dapat menahan beban tanpa kehilangan kesebandingan/proporsionalitas menurut arah lurus diantara tegangan dan regangan (A).

Batas elastisitas (*elastic limit*), adalah tegangan terbesar bahan dimana bahan tersebut dapat menahan beban tanpa perubahan bentuk permanen (B).

Tegangan Hasil (*yield stress*), adalah tegangan pada tempat dimana mulai terjadi penambahan regangan tanpa adanya pertambahan tegangan.

Proof stress, adalah jumlah tegangan yang diperlukan untuk menimbulkan perubahan/ deformasi pendahuluan dalam spesimen dihitung menurut prosentase panjang semula.

Tegangan maksimum (*ultimatum strength*) adalah tegangan bahan dimana bahan tersebut mampu berkembang. Dalam praktiknya, UTS dihitung dengan memakai luas penampang mula-mula spesimen, atau disebut juga sebagai beban yang mematahkan bahan (C)

Deformasi plastis, adalah perubahan bentuk bahan permanen (permanent deformation) bila pengaruh beban ditiadakan.

Dalam bab ini akan dibahas mengenai beberapa metode perbaikan bodi kendaraan, dimana dasar dari kerusakan ataupun langkah

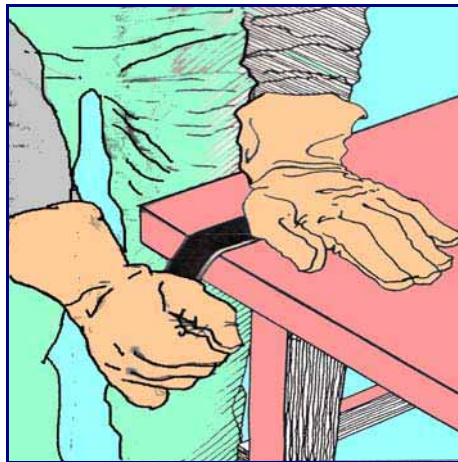
Teknik Perbaikan Bodi

perbaikannya menggunakan prinsip-prinsip tegangan dan regangan tersebut.



Gambar 15.4 Kerusakan bodi akibat tabrakan

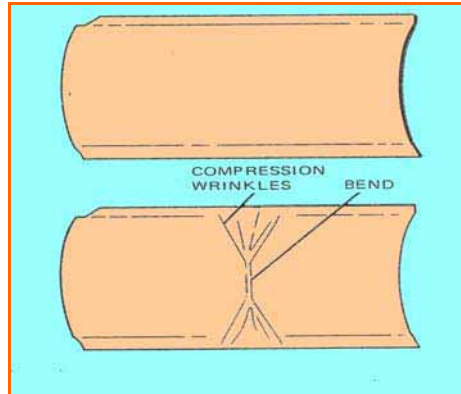
Dalam proses pembuatan bodi kendaraan ataupun perbaikan bodi kendaraan, diperlukan adanya beberapa perlakuan.



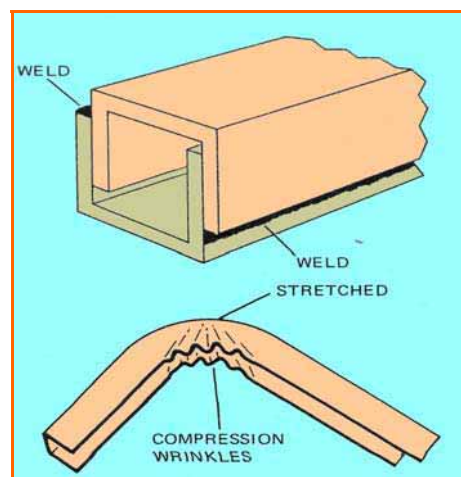
Gambar 15.5 Proses menekuk

Untuk memperkuat konstruksi dari bodi kendaraan, diperlukan suatu proses tertentu agar lembaran plat bisa menjadi keras/ kuat. Salah satu cara untuk pengerasan itu dengan cara ditekuk. Ada beberapa bodi kendaraan yang dibuat memiliki garis alur atau *nut* mengelilingi bodi. Ada cara yang lain dengan cara dipanaskan, atau dipalu secara berulang-ulang.

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 15.6 Bagian tekukan memiliki konstruksi lebih kuat



Gambar 15.7 Bagian dilas dan kompresi akan menjadi kuat

Demikian halnya bila terjadi tabrakan, bisa jadi plat akan menekuk dan menyebabkan konstruksi menjadi kuat. Namun ada plat yang masih bisa kembali ke kondisi semula meski baru saja mengalami perubahan. Apabila lembaran plat ditebuk atau dibengkokkan (diberi tekanan) belum melebihi batas elastisitas, maka lembaran plat tadi masih bisa kembali ke bentuk semula setelah tekanan dihilangkan. Namun apabila telah melebihi batas elastisitas, berarti masuk pada tahap plastis sehingga tidak akan kembali ke bentuk semula. Hal ini memerlukan energi yang berlawanan arahnya untuk mengembalikan permukaan tersebut.

Metode yang akan digunakan untuk memperbaiki bodi kendaraan tergantung dari:

- a. Kualitas pekerjaan yang diharapkan
- b. Peralatan yang dimiliki

- c. Jenis kerusakan yang terjadi
- d. Nilai/ harga dari kendaraan

Untuk membuat pekerjaan perbaikan bodi dapat berhasil dengan baik dan kerusakan tersebut bisa 100% pulih tentunya memerlukan peralatan yang cukup. Setelah itu, metode pengerjaan yang digunakan untuk perbaikan tersebut tentunya tidak hanya satu metode, melainkan gabungan dari berbagai metode untuk membuat bodi atau rangka kendaraan menjadi pulih. Jika kita hanya memerlukan kualitas pekerjaan tidak terlalu sempurna, kemungkinan satu atau dua metode saja cukup.

Metode yang akan digunakan dalam memperbaiki bodi/ rangka kendaraan sangat tergantung dari peralatan yang dimiliki. Namun demikian tentunya harus bisa mengoptimalkan peralatan tersebut sesuai dengan fungsinya. Oleh karena itu teknisi perlu mengasah ketrampilan dalam mengaplikasikan salah satu metode perbaikan bodi kendaraan.

Semakin tinggi nilai kendaraan, misalnya mobil baru dan atau mahal maka diperlukan metode yang menggunakan peralatan perbaikan yang canggih dan tentunya juga banyak mengeluarkan biaya. Untuk kerusakan yang kecil, kemungkinan bisa diperbaiki dengan menggunakan satu metode saja, sedangkan jika kerusakannya besar, maka dimungkinkan perbaikan memerlukan berbagai metode.

Berikut ini kemudian akan dibahas beberapa teknik perbaikan bodi kendaraan:

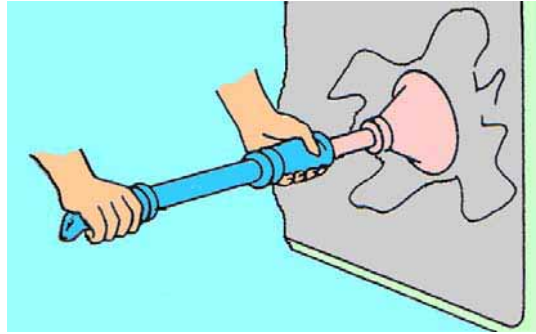
15.2. Teknik *Vacuum Cup*

Apabila terjadi kerusakan plat bodi kendaraan akibat benturan yang menyebabkan mulurnya plat bodi, namun tidak melebihi batas elastisitas, dapat diperbaiki dengan menggunakan *vacuum cup*. Namun apabila pada plat bodi mengalami kerusakan melebihi batas elastisitasnya (misalnya plat bodi mengalami kerusakan membentuk sudut-sudut dan lainnya) kemungkinan perbaikan dengan *vacuum cup* sulit untuk mencapai hasil yang maksimal.

Cara menggunakan *vacuum cup* adalah sebagai berikut:

- a. Bersihkan permukaan bodi kendaraan dari kotoran/ debu, sebab bila permukaan kotor, maka *vacuum cup* tidak bisa menempel dengan kuat.

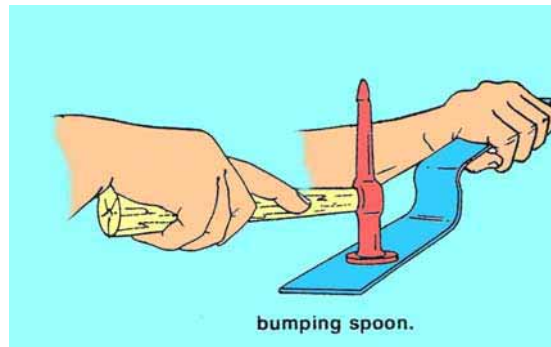
Teknik Bodi Otomotif



Gambar 15.8 Menggunakan vacuum cup

- b. Menarik *vacuum cup* kearah luar (kearah bentuk awal dari bodi)
- c. Bila perlu, kita bisa menggunakan *sliding hammer* untuk menarik permukaan plat bodi yang tidak bisa hanya dilakukan dengan tangan biasa.
- d. Untuk kerusakan pada permukaan atap kendaraan, kita kesulitan untuk menariknya, maka kita bisa menggunakan alat bantu *crane* untuk membantu pekerjaan kita.

Apabila permukaan plat bodi belum bisa dipulihkan dengan menggunakan *vacuum cup* dengan sempurna, maka teknik perbaikan yang lain bisa digunakan. Untuk lebih mengefektifkan proses perbaikan ini, bisa menggunakan beberapa alat bantu lainnya seperti penggunaan *body spoon* dan palu.

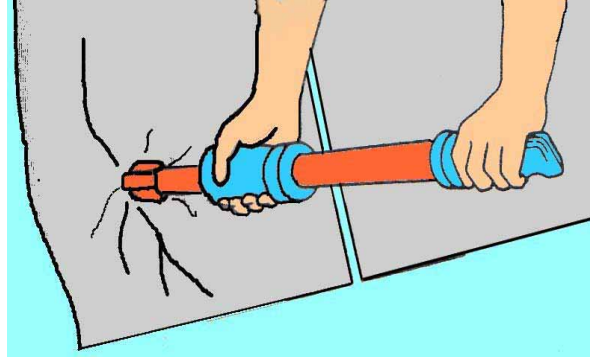


Gambar 15.9 Menggunakan bumping spoon

15.3. Teknik Batang Penarik dengan *sliding hammer*

Apabila kerusakan plat bodi kendaraan mengalami penyok yang tidak beraturan, atau membentuk lengkungan yang membentuk sudut

tertentu, maka metode *vacuum cup* akan sulit diaplikasikan. Hal ini terjadi, pada bagian plat bodi yang membentuk sudut memiliki kekuatan yang lebih besar, dan diperlukan daya yang besar untuk mengembalikan plat bodi ke kondisi semula. Teknik perbaikan yang mungkin bisa digunakan adalah teknik batang penarik atau dengan teknik *sliding hammer*.



Gambar 15.10. Menarik dengan melubangi panel

Untuk menarik plat bodi yang mengalami kerusakan, diperlukan dudukan atau tempat untuk menarik. Ada 2 cara yang bisa ditempuh untuk menarik bagian bodi yang rusak tadi.

Cara yang pertama adalah dengan melubangi plat yang rusak tadi, kemudian ditarik, setelah itu baru lubang pada plat bodi tadi ditutup kembali.

Cara yang kedua adalah dengan memasang pengait pada panel yang rusak dengan menggunakan las. Kemudian dari pengait tadi, panel yang rusak bisa ditarik dengan menggunakan tangan, atau bila perlu menggunakan *sliding hammer*.

Namun apabila menggunakan *sliding hammer*, perlu diperhatikan besar tenaga yang digunakan. Setelah perbaikan selesai, maka pengait tadi dilepas dan permukaan plat bodi diratakan kembali.

Para mekanik biasanya tidak senang menggunakan teknik dengan melubangi plat bodi atau mengelas pengait pada perbaikan bodi. Hal ini dikarenakan harus ada pekerjaan tambahan setelah bodi menjadi rata, yaitu menutup lubang atau meratakan permukaan yang dilas, baru kemudian melakukan pendempulan. Namun jika dirasa tidak ada jalan lain mengembalikan plat bodi yang rusak tadi, maka teknik ini tetap bisa digunakan.

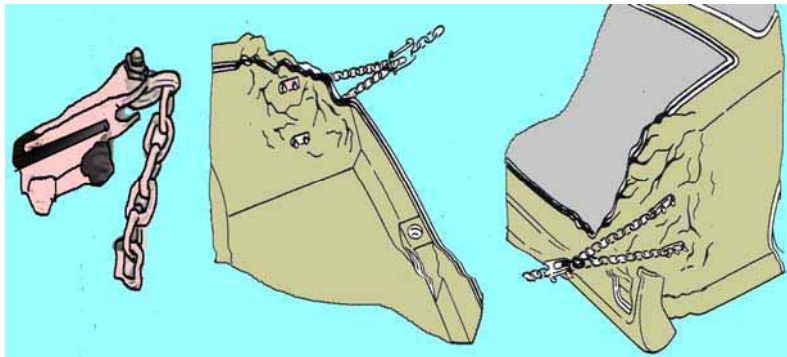
Teknik Bodi Otomotif

15.4. Teknik Perbaikan dengan Alat Hidrolik



Gambar 15.11. Peralatan perbaikan bodi hidrolik

Apabila kerusakan yang terjadi pada plat bodi lebar atau parah, kadang teknik yang sudah disampaikan diatas tidak cukup untuk menyelesaikan pekerjaan perbaikan. Oleh karena itu kadang perlu peralatan hidrolik untuk menarik, atau menekan/ mendorong plat bodi yang rusak tadi. Untuk menarik plat tadi bisa dibuat kaitan pada plat bodi seperti pada teknik sebelumnya, yaitu bisa membuat lubang atau menambah pengait.



Gambar 15.12. Panel ditarik dengan bantuan baut atau dilubangi

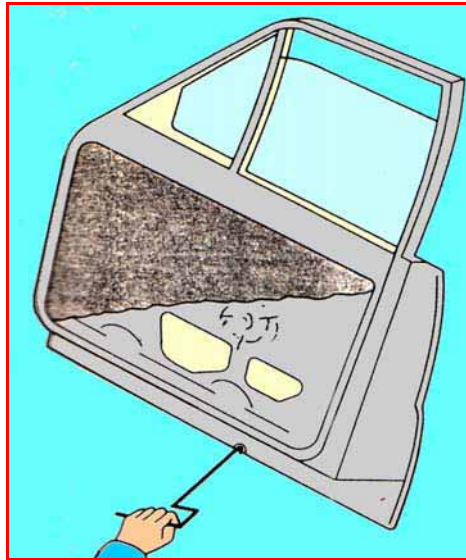
Untuk perbaikan dengan menggunakan peralatan hidrolik, seperti alat-alat yang sudah diuraikan pada bab sebelumnya, maka diperlukan

peralatan bantu lain seperti palu dan *dolly* untuk mengembalikan bodi seperti pada kondisi sebelumnya. Jadi ketika plat bodi sedang ditarik, palu atau *dolly* bisa diaplikasikan pada garis-garis bodi untuk mempercepat proses perbaikan.

Peralatan hidrolik bisa menggunakan *ram* standar, atau peralatan lainnya.

15.5. Teknik Batang Pengungkit (*pry bar*)

Kerusakan plat bodi kendaraan kadang terjadi pada tempat-tempat yang sulit dijangkau. Misalkan pada bagian pintu kendaraan, tidak bisa diperbaiki dengan beberapa teknik yang sudah disampaikan diatas karena tempatnya yang terlalu sempit. Oleh karena itu Maka bisa menggunakan batang pengungkit.



Gambar 15.13. Menggunakan *pry bar*

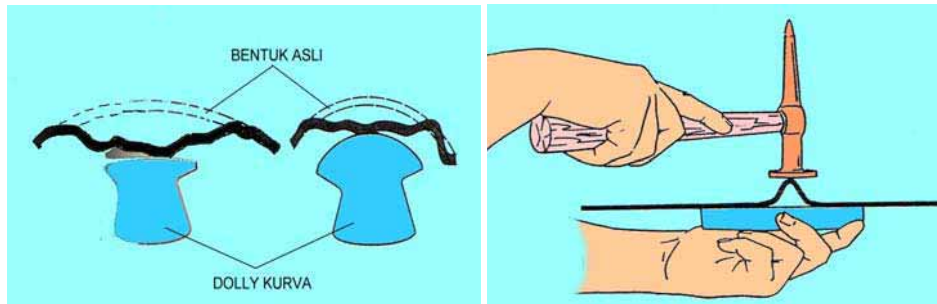
Perbaikan dengan menggunakan teknik ini dilakukan dengan menyelipkan *pry bar* melalui celah sempit yang ada pada bagian bawah dari pintu, atau jika perlu bisa membuat lubang pada pintu yang nanti akan ditutup dengan *door trim*.

15.6. Teknik *On-dolly hammering*

Palu dan *dolly* merupakan peralatan yang paling sering digunakan untuk perbaikan bodi kendaraan. Peralatan ini bisa dikatakan sebagai

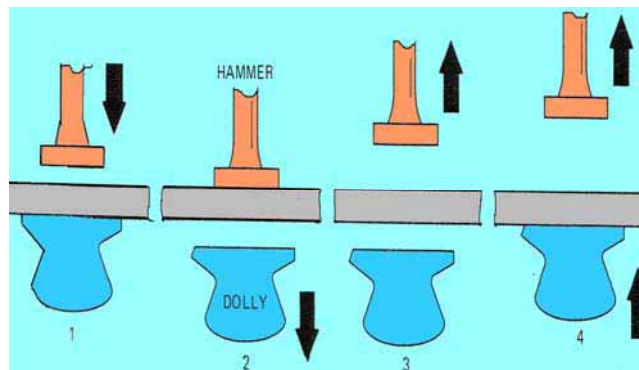
Teknik Bodi Otomotif

peralatan standar perbaikan bodi kendaraan. Pemilihan palu dan *dolly* yang tepat sangat penting dalam perbaikan bodi kendaraan, karena akan menentukan hasil akhir pekerjaan. Untuk permukaan dengan kerusakan yang lebar, maka menggunakan *dolly* yang hampir rata. Sedangkan untuk kerusakan pada lengkungan bodi yang tajam, menggunakan *dolly* yang semakin cekung.



Gambar 15.14. Teknik *on-dolly hammering*

Teknik palu-*on dolly* dilakukan dengan cara memukulkan palu pada bagian plat yang terjadi kerusakan, sedangkan pada bagian bawahnya dilandasi dengan *dolly*. Dengan cara ini, plat bisa kembali rata, dengan konsekuensi struktur dari logam akan menekan ke sekeliling kerusakan tadi. Setelah kerusakan yang terjadi sudah berkurang, kelengkungan akan sulit dihilangkan. Terdapat 2 cara untuk menyelesaikan pekerjaan ini.



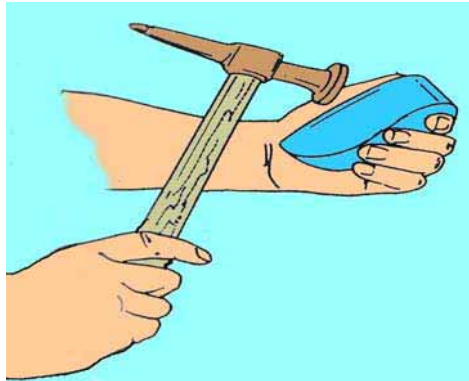
Gambar 15.15. Urutan memukul teknik *on-dolly hammer*

Cara pertama mengusahakan plat tadi tidak cembung, tetapi diusahakan cekung kemudian langkah perbaikannya dengan menggunakan dempul. Atau cara yang kedua, adalah dengan melanjutkan perbaikan menggunakan teknik yang lain, yaitu teknik *hot-shrinking*, yaitu memanaskan plat dengan las *oxyacetylene* (pada api netral) sampai menghasilkan warna kemerahan, kemudian

mendinginkannya dengan tiba-tiba. Setelah itu, permukaan yang belum rata dilakukan pendempulan.

Langkah-langkah perbaikan plat bodi dengan teknik palu-*on-dolly* adalah:

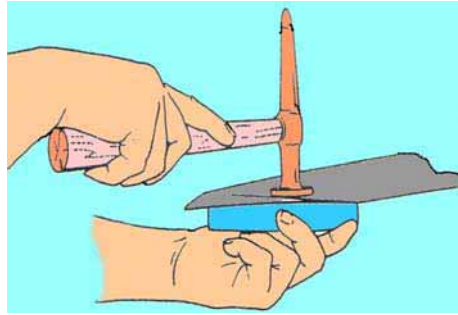
1. Peganglah bagian belakang dari *dolly* yang akan digunakan dengan menggunakan tangan kiri. Sedangkan palu dipegang dengan tangan kanan.
2. Cobalah latihan memukul langsung permukaan *dolly* dengan pelan-pelan, sehingga Anda akan merasa nyaman memegang *dolly* dan palu.



Gambar 15.16. Melatih pukulan

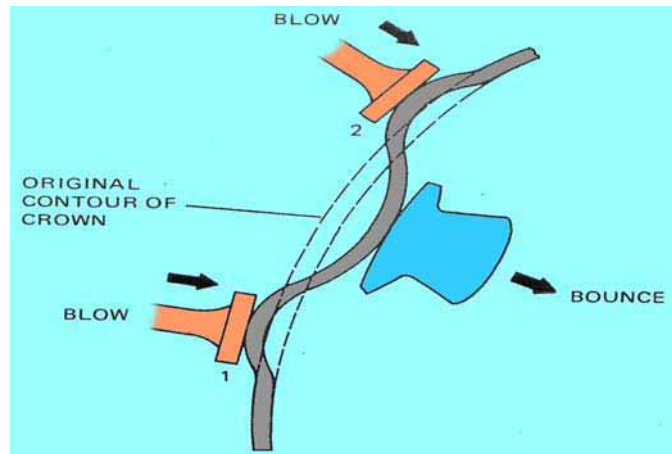
3. Letakkan *dolly* pada bagian plat yang rusak (bila tidak terlihat, maka Anda harus merasa yakin *dolly* telah tepat pada posisinya, bisa dengan bantuan melakukan pukulan ringan).
4. Ayunkan palu ke plat yang rusak dengan pelan-pelan terlebih dahulu.
5. Setelah dirasa tepat, maka proses memalu dapat dilakukan berulang-ulang dengan tenaga secukupnya, sampai permukaan mendekati hasil yang rata.

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 15.17. Meratakan plat

15.7. Teknik *off-dolly hammering*



Gambar 15.18. Teknik *off-dolly hammer*

Kalau pada teknik palu-*on-dolly* yang dipalu adalah bagian yang terdapat *dolly*nya, maka pada teknik palu-*off-dolly*, yang dipalu adalah bagian diantara atau disekeliling dari *dolly* yang ditempatkan pada pusat plat yang penyok (seperti yang terlihat digambar). Gerakan tangan kiri yang memegang *dolly*, akan mendorong plat yang penyok ke atas, ketika palu ditarik. Teknik ini dipergunakan pada bagian yang mengalami kerusakan/ penyok yang luas. Setelah bagian yang penyok sedikit, dapat menggunakan teknik palu-*on-dolly* atau *hot shrinking* dilanjutkan dengan pendempulan.

15.8. Teknik Pengikiran

Kikir digunakan untuk meratakan permukaan. Pada pekerjaan plat bodi kendaraan, penggunaan kikir untuk meratakan permukaan plat sering

sekali digunakan. Sebagai contoh, plat yang mengalami kerusakan akibat tabrakan kadang meninggalkan sudut yang perlu diratakan dengan kikir. Demikian juga dengan bekas pengelasan harus dibuat rata kembali. Penggunaan mesin gerinda bisa digunakan untuk mempercepat menghilangkan cacat pada bodi. Namun agar hasilnya baik, maka perbaikan akhir (*finishing*) lebih halus jika menggunakan kikir.

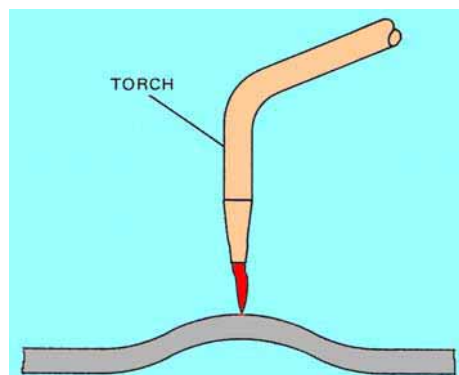


Gambar 15.19. Arah pengikiran

Demikian halnya dengan prosedur meratakan permukaan dempul. Sebelum menggunakan amplas, untuk mempercepat proses perbaikan, bisa menggunakan kikir. Apabila menggunakan mesin gerinda, akan menghasilkan permukaan yang kasar dan cenderung tidak rata, karena apabila menggunakan mesin gerinda, tekanan yang dihasilkan tidak bisa merata.

15.9. Teknik *hot-shrinking*

Kerusakan plat bodi kendaraan yang sering terjadi akibat adanya tekanan gaya luar (misal tabrakan) adalah mulurnya plat bodi. Selain menggunakan teknik *palu-on-dolly* dan *palu-off-dolly*, mulurnya plat bodi juga bisa diperbaiki dengan teknik *hot-shrinking*.



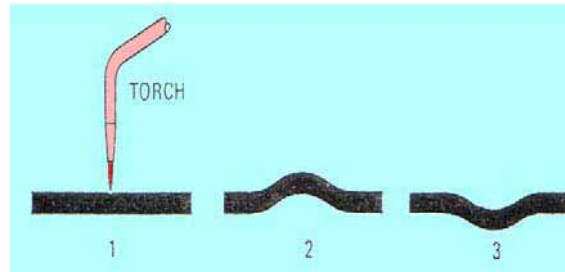
Gambar 15.20. Teknik *hot shrinking*

Teknik ini dilakukan dengan memanfaatkan sifat dari logam yang dipanaskan dan didinginkan. Logam yang dipanaskan akan memuai,

Teknik Bodi Otomotif

sedangkan bila didinginkan akan mengerut. Plat bodi yang melengkung/ penyok dipanaskan dengan mengayun brander las dengan arah memutar, hingga plat mengembang (warnanya kemerahan dan hati-hati jangan sampai berlubang), kemudian didinginkan dengan air secara tiba-tiba.

Langkah lainnya agar pekerjaan lebih efektif, bisa memadukan dengan teknik perbaikan yang lain. Teknik palu-*on-dolly* misalnya, yaitu setelah dipanaskan, plat bodi diperbaiki dengan palu *shrinking* dan *dolly*, baru kemudian didinginkan dengan air secara tiba-tiba.



Gambar 15.21. Bentuk plat yang dipanasi

15.10. Teknik Pemotongan Bodi

Dalam memperbaiki bodi kendaraan yang rusak, sebaiknya diperkirakan total biaya yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Kemampuan dalam mengestimasi jumlah biaya perbaikan, akan menentukan teknik perbaikan yang akan digunakan atau langkah perbaikan yang akan diambil.

Apabila ditemukan bodi kendaraan yang rusak terlalu parah, dan sesuai perkiraan akan menghabiskan banyak biaya untuk memperbaiki bodi yang rusak parah tadi, mungkin perlu diambil alternatif lain, yaitu dengan memotong bodi kendaraan yang rusak, kemudian mengganti dengan bodi dari mobil lain yang tidak digunakan. Atau juga bisa dibuat dari lembaran plat yang kita buat menyerupai bentuk bodi yang rusak tersebut. Apabila langkah ini dirasa lebih murah, maka bisa saja teknik ini menjadi pilihan.

Dalam menentukan keputusan akan menggunakan metode mana, kita bisa mendasarkan pada:

- a. Membandingkan biaya yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan atau mengganti panel secara keseluruhan
- b. Kemauan konsumen, kondisi mobil dan nilainya

Teknik Perbaikan Bodi

Sebagai keterangan nomor (a) diatas. Misal terjadi kerusakan yang parah pada *fender*. Untuk memperbaikinya diperlukan waktu seminggu dengan biaya kerja seminggu dan hasil plat bodi tentu tidak bisa sebaik aslinya, tetapi kalau diganti dengan yang baru, mungkin bisa dikerjakan hanya sehari saja. Hal ini akan lebih menguntungkan dari segi waktu (pengerjaan yang singkat), serta hasilnya pasti baik. Sedangkan pada kasus (b), kita menuruti kemauan pemilik kendaraan untuk menentukan perbaikan yang akan dilaksanakan. Apabila kendaraan masih baru atau mahal nilainya dan pemilik menginginkan hasil yang maksimal tanpa melihat besarnya ongkos perbaikan, mungkin dipilih mengganti komponen secara total. Namun bila kendaraan sudah tua, atau akan dijual, lebih hemat diperbaiki saja panel yang rusak tersebut.

Jadi apabila diperlukan penggantian bodi secara total, maka perlu dipersiapkan peralatan dan ruang yang cukup untuk memotong mobil dan menggantikannya dengan komponen lainnya.

Pertanyaan Diskusi:

1. Buatlah gambar grafik regangan dan tegangan dari logam yang ditarik, kemudian jelaskan maksud grafik tersebut!
2. Sebutkan metode-metode perbaikan bodi kendaraan yang rusak karena benturan atau kecelakaan!
3. Berilah penjelasan mengenai perbaikan bodi mobil yang dikenal dengan istilah '*ketok magic*'. Apakah proses perbaikan ini menggunakan bantuan makhluk halus? Anda selaku calon teknisi diharapkan bisa menjelaskan dengan baik.



Kelistrikan Bodi Kendaraan

Pada bab ini akan diuraikan mengenai kelistrikan bodi pada kendaraan. Saat melaksanakan perbaikan bodi kendaraan (perbaikan sebagian komponen bodi atau pengecatan), beberapa rangkaian kelistrikan/ listrik/ unit elektronik perlu dilepas untuk memudahkan pekerjaan sehingga hasil pekerjaan optimal. Setelah selesai pekerjaan perbaikan, tentunya mekanik dituntut untuk bisa mengembalikan komponen yang sudah dilepas, sampai dapat berfungsi kembali dengan baik/normal. Oleh karena itu, pembahasan bab ini dapat digunakan sebagai acuan meraih kompetensi dalam melaksanakan perbaikan khususnya pada teknik bodi otomotif.

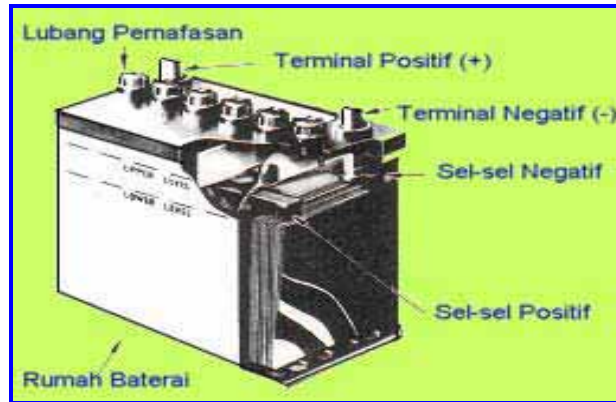
Komponen- komponen kelistrikan bodi mencakup pada sistem penerangan, sistem tanda isyarat (sein tanda belok dan klakson), meter kombinasi, sistem wiper dan washer, sistem AC dan komponen lainnya yang bertujuan untuk menjamin keamanan dan kenyamanan saat berkendara.

Berikut ini merupakan penjelasan umum tentang kelistrikan bodi sebelum masuk pada pembahasan sistem-sistem kelistrikan bodi.

16.1. Baterai

Baterai atau yang banyak dikenal dengan istilah *aki*, ialah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke sistem starter, sistem pengapian, assesoris kendaraan, sistem kelistrikan bodi dan peralatan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkan bila terdapat sistem yang membutuhkan energi listrik.

Karena mensuplai kebutuhan listrik secara terus menerus, maka energi kimia yang tersimpan dalam baterai juga akan berkurang, atau bahkan bisa habis. Oleh karena itu diperlukan alat untuk mengisi baterai lagi, maka dipasanglah alternator beserta sistemnya (misal pengatur tegangan) guna melakukan pengisian sehingga baterai akan tetap terisi energi kimia.



Gambar 16.1. Baterai

Pada bagian ini tidak akan dibahas mengenai baterai secara mendetail, hanya dibahas petunjuk umum yang berkaitan dengan kelistrikan bodi, sehingga sistem kelistrikan bodi akan aman dan dapat berfungsi secara optimal.

Pada saat melaksanakan perbaikan bodi yang berkaitan dengan sistem kelistrikan, maka lepaskanlah terminal baterai dengan terminal negatif (-) terlebih dahulu, kemudian baru yang positif (+). Dalam memasang lakukan urutan kebalikannya. Hal ini bertujuan untuk mencegah *short contact* atau korsleting ketika menggunakan kunci-kunci atau peralatan lainnya.

Pada saat pengisian baterai, perlu diperhatikan hal-hal berikut ini:

- Untuk pengisian konstan, gunakan arus pengisian sebesar 1/10 dari kapasitas baterai.
- Untuk pengisian cepat (*quick charging*), hindari penggunaan arus yang melebihi kapasitas baterai.
- Selama melakukan charging, jagalah arus pengisian sehingga temperaturnya tidak melebihi 45° C
- Pada saat melakukan pengisian cepat, terminal positif dan negatif harus dilepas, untuk menghindari kerusakan dioda pada alternator.
- Hindari percikan bunga api di atas baterai yang bisa menyebabkan baterai meledak.
- Melakukan pengisian baterai pada mesin EFI terminal sebaiknya dilepas, guna menghindari kerusakan ECU (Electronic Control Unit).

Teknik Bodi Otomotif

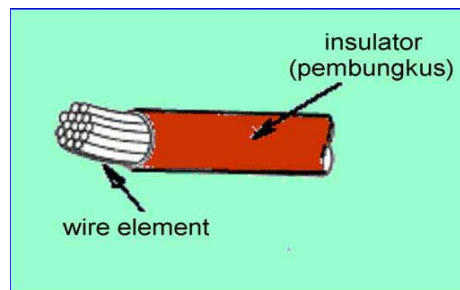
16.2. Jaringan Kabel

Jaringan kabel (*wiring harness*) adalah sekelompok kabel-kabel dan kawat yang masing-masing terisolasi, menghubungkan ke komponen-komponen sirkuit dan sebagainya, yang kesemuanya disatukan dalam satu unit untuk mempermudah dihubungkan antara komponen kelistrikan dari suatu kendaraan.

16.3. Kawat dan Kabel

Ada 3 macam kelompok utama yang didisain berdasar kondisi yang berbeda baik besarnya arus yang mengalir, temperatur, kegunaan dan yang lainnya.

- Kawat Tegangan Rendah: Sebagian besar komponen kendaraan menggunakan kawat tegangan rendah (*low voltage wire*).



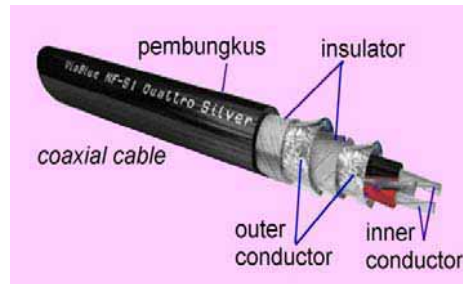
Gambar 16.2. Konstruksi kabel tegangan rendah

- Kawat Tegangan Tinggi: Khusus digunakan dalam sistem pengapian (kelistrikan engine)



Gambar 16.3. Kabel pengapian

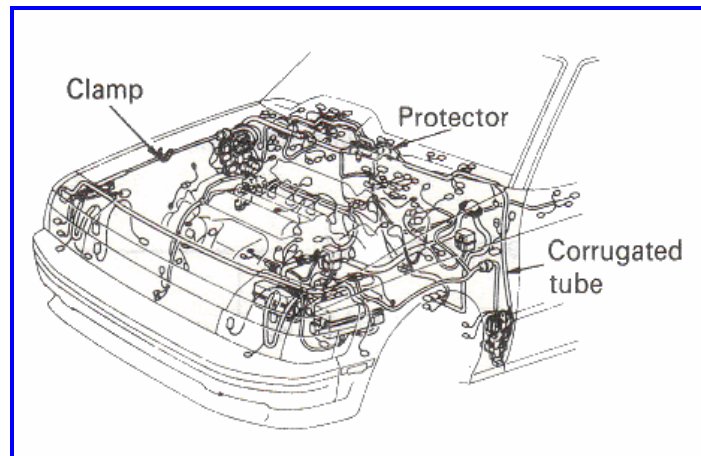
- Kabel yang berisolasi: Kabel ini dirancang untuk mencegah gangguan yang ditimbulkan sumber dari luar dan digunakan sebagai signal lain, sehingga sering dipasang sebagai kabel antena radio, ignition signal line, oxygen signal line dan sebagainya.



Gambar 16.4. Konstruksi kabel berisolasi

16.4. Komponen Pelindung

Komponen ini terpasang pada kendaraan untuk melindungi kabel dari guncangan, benturan dan sebagainya, sehingga kabel dapat kokoh terpasang pada tempatnya. Termasuk dalam komponen ini adalah *clamp*, *corrugated tube* (pembungkus) dan *protector* (pelindung).



Gambar 16.5 Pelindung Kabel dari guncangan dan gesekan

16.5. Komponen-komponen Penghubung

Jaringan kabel dibagi dalam beberapa bagian untuk lebih memudahkan dalam pemasangan pada kendaraan. Bagian jaringan kabel dihubungkan kesalah satu bagian oleh komponen penghubung sehingga komponen kelistrikan dan elektronik dapat berfungsi dengan baik.

Juntion Block (J/B) dan Relay Block (R/B)

Juntion Block adalah suatu kotak dengan konektor dikelompokkan bersama-sama untuk sirkuit kelistrikan. Pada umumnya terdiri dari bus

Teknik Bodi Otomotif

bars dalam bentuk cetakan papan sirkuit (PCB) dengan sekring, relay, *circuit breaker* dan alat lain yang terpasang didalamnya.



Gambar 16.6. Junction Block dan relay block



Gambar 16.7. Pengaman yang terdiri dari *fusible link*, *relay* dan *fuse*

16.6. Baut massa

Baut massa (*ground bolt*) adalah baut khusus untuk menjamin massa yang baik dari suatu jaringan sistem kelistrikan sehingga dapat berfungsi optimal. Ada beberapa baut massa yang memiliki keistimewaan khusus, yaitu permukaan baut ditandai dengan crom hijau setelah diproses secara listrik untuk mencegah oksidasi. Model baut ini dapat dibedakan dengan baut lainnya karena warnanya hitam kehijauan. Namun yang paling penting, bahwa baut bisa menjamin massa baterai kuat terhadap massa.



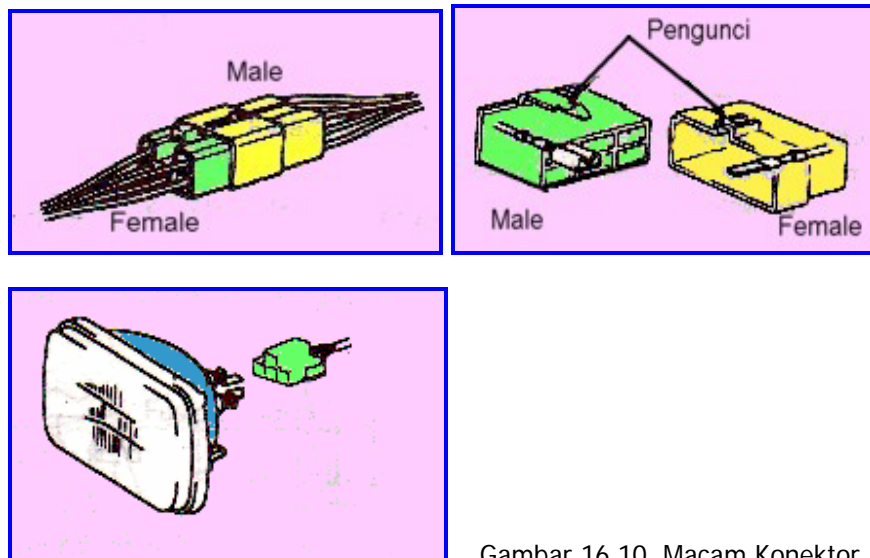
Gambar 16.8. Baut massa pada bodi



Gambar 16.9. Pemasangan fuse harus sesuai petunjuknya

16.7. Sambungan (Connector)

Digunakan untuk menghubungkan kelistrikan antara 2 jaringan kabel atau antara sebuah kabel dengan komponen. Konektor diklasifikasikan sebagai konektor laki-laki (male) dan perempuan (female) dan dilengkapi dengan pengunci.



Gambar 16.10. Macam Konektor

16.8. Pengaman Sirkuit

Pengaman sirkuit ini terdiri dari sekering (fuse), fusible link dan *circuit breaker* yang dipasangkan pada sirkuit kelistrikan dan sistem kelistrikan untuk melindungi kabel-kabel dan connector dari kebakaran karena arus yang mengalir berlebihan.

a. Sekring (*fuse*)



Gambar 16.11. Sekring cartridge dan blade

Sekring ditempatkan pada bagian tengah sirkuit kelistrikan. Bila dilewati oleh arus yang berlebihan maka akan terbakar dan putus sehingga kebakaran dapat dihindari. Tipe sekering ada 2, yaitu: cartridge (tabung) dan blade (kipas). Tipe blade sering banyak digunakan karena lebih kompak dengan elemen metal dan rumah pelindung yang tembus pandang, dan warna dari sekering merupakan petunjuk kapasitas sekering (5A-30A)

Tabel 1. Identifikasi Sekring (blade)

Kapasitas	Identifikasi Warna
5 A	Coklat Kekuningan
7,5 A	Coklat
10 A	Merah
15 A	Biru
20 A	Kuning
25 A	Tidak Berwarna
30 A	Hijau

Teknik Bodi Otomotif

b. fusible link

Fungsi dan konstruksinya sama dengan sekering, hanya memiliki perbedaan utama dapat digunakan untuk arus yang lebih besar karena ukurannya lebih besar dan memiliki elemen yang lebih tebal. Sama halnya dengan sekering, fusible link juga terdiri dari tipe cartridge dan link (kabel).



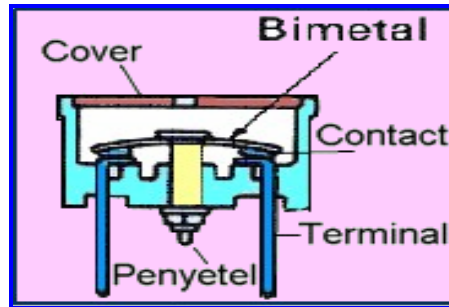
Gambar 16.12. Fusible link

Tabel 2. Identifikasi *fusible link*

Kapasitas	Persamaan Luas pada Fusible link	Identifikasi Warna
30 A	0,3	Merah Muda
40 A	0,5	Hijau
50 A	0,85	Merah
60 A	1,0	Kuning
80 A	1,25	Hitam
100 A	2,0	Biru

c. Circuit breaker

Digunakan sebagai pengganti sekering untuk melindungi dari kesulitan pengiriman tenaga dalam sirkuit, seperti power window, sunroof, door lock, pemanas (heater) dan komponen yang sejenis.



Gambar 16.13. Circuit breaker

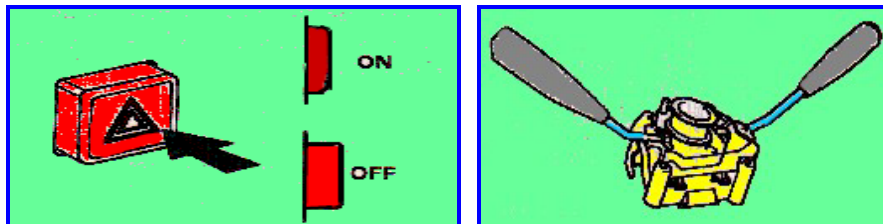
Konstruksinya terdiri dari sebuah lempengan bimetal yang dihubungkan pada kedua terminal dan satu diantaranya bersentuhan. Cara kerjanya adalah apabila terjadi arus yang berlebihan, maka bimetal menjadi panas dan membengkok sehingga hubungannya akan terputus.

16.9. Switch dan Relay

Switch dan relay membuka dan menutup sirkuit kelistrikan untuk menghidupkan mesin, menggerakkan switch lampu on-off dan aktifitas pengontrolan lainnya.

Switch (saklar) yang terdapat pada kendaraan umumnya menggunakan satu atau dua tipe, yaitu yang dioperasikan langsung dengan menggunakan tangan dan yang dioperasikan menggunakan tekanan, tekanan hidrolik dan temperatur.

Macam-macam switch ditunjukkan gambar dibawah ini.



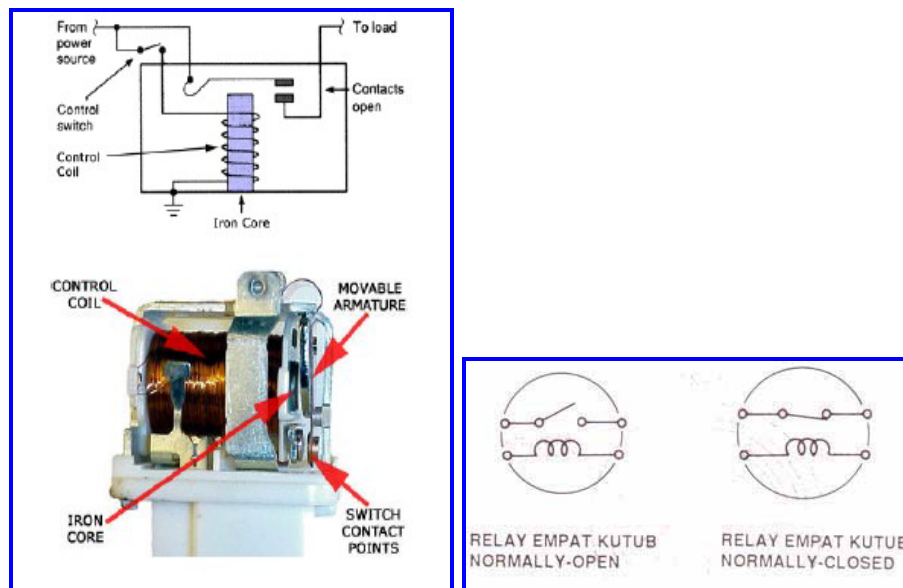
Gambar 16.14. Switch (saklar)

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 16.15. Relay

Relay adalah peralatan listrik yang dapat membuka dan menutup sirkuit kelistrikan berdasarkan penerimaan signal tegangan. Relay digunakan untuk menghupung dan memutus baterai, saklar yang bekerja secara otomatis dari sirkuit kelistrikan. Relay terdapat dua tipe, relay elektromagnetik dan relay transistor.



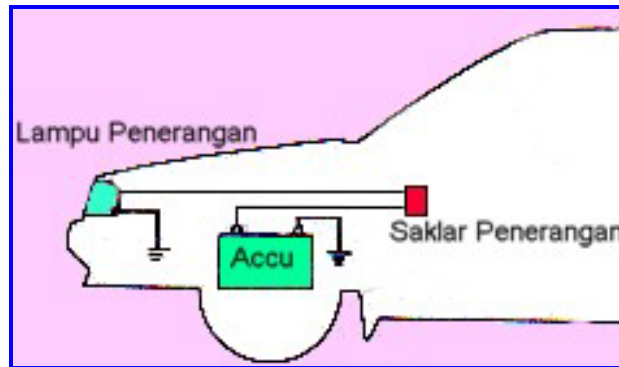
Gambar 16.16. Relay, konstruksi dan simbolnya

Penggunaan *relay* pada dasarnya untuk mengatasi kelemahan pada penggunaan sirkuit tanpa relay, kelemahan tersebut adalah: sirkuit yang panjang akan menyebabkan turunnya tegangan, diperlukan jaringan kabel yang besar karena arus yang besar melaluinya, arus yang besar

Kelistrikan Bodi Kendaraan

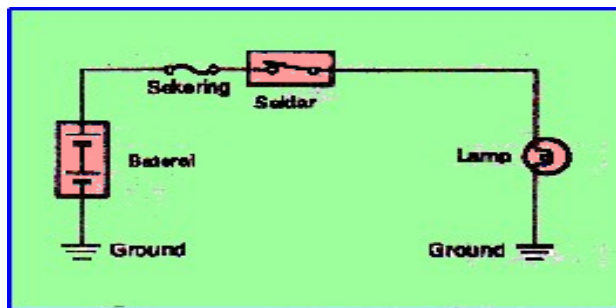
pada switch menimbulkan percikan sehingga cepat rusak dan membahayakan keselamatan.

Contoh penggunaan relay pada lampu utama:



Gambar 16.17. Aplikasi relay pada lampu utama

16.10. Wiring Diagram



Gambar 16.18. Wiring Diagram Sederhana

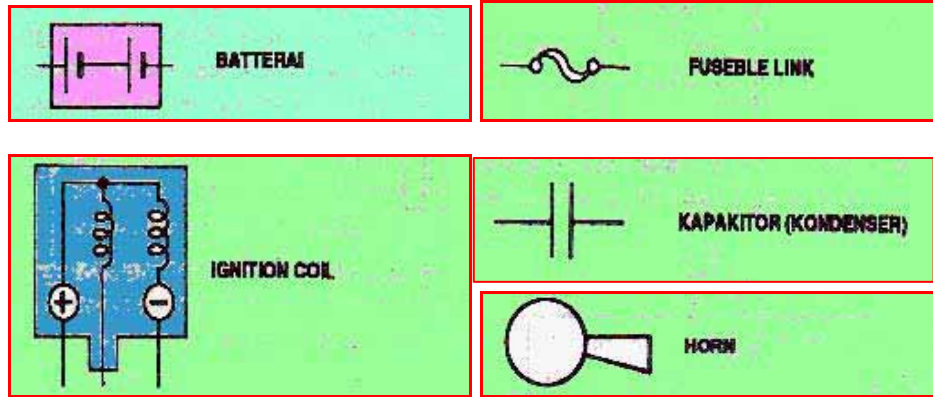
Apabila rangkaian kelistrikan digambarkan sesuai benda aslinya, maka ilustrasinya akan menjadi sulit dan rumit. Oleh karena itu maka diagram rangkaian digambarkan dengan simbol yang menunjukkan komponen kelistrikan dan kabel-kabel. Berikut ini contoh sederhana rangkaian yang menggunakan simbol-simbol:

Dalam kendaraan yang sebenarnya, banyak sekali sistem kelistrikan, kabel-kabel dan konektor yang menghubungkannya. Bila melakukan pemeriksaan sistem kelistrikan, adalah mudah untuk menemukan baterai, macam-macam komponen seperti lampu, klakson dan lainnya, akan tetapi sulit untuk menemukan sekering, J/B, R/B, konektor kabel lain untuk menemukan dikendaraan. Oleh karena itu, maka

Teknik Bodi Otomotif

dilengkapi dengan Electrical Wiring Diagram (EWDs) yang tidak hanya menunjukkan komponen utama, tetapi semua kabel, junction, konektor dan lainnya.

Agar dapat membaca wiring diagram dengan benar, berikut ketentuan simbol-simbol dalam wiring diagram:



Gambar 16.19. Contoh simbol-simbol komponen elektronik

16.11. Sistem Penerangan (*lighting system*)

Sistem penerangan berguna untuk keselamatan berkendara dan informasi ke kendaraan lain. Sistem penerangan dibagi menjadi 2 kelompok:



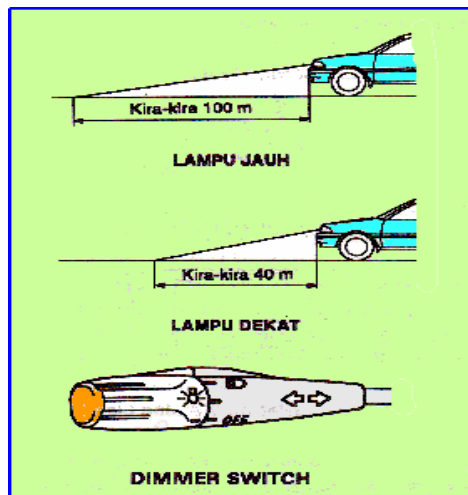
Gambar 16.20 Lampu penerangan



Gambar 16.21. Lampu belakang

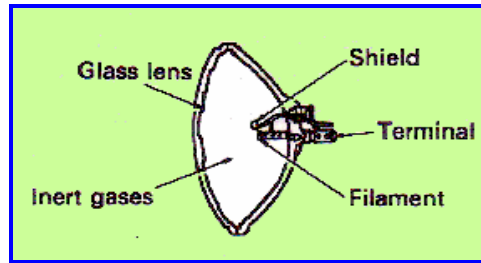
- a) Penerangan luar meliputi: lampu besar, lampu belakang, lampu rem, lampu jarak, lampu tanda belok, lampu hazard, lampu plat nomor dan lampu mundur
- b) Penerangan dalam meliputi: lampu meter dan lampu ruangan

Lampu besar digunakan untuk menerangi jalan dibagian depan kendaraan, dan dilengkapi dengan lampu jarak jauh dan lampu jarak dekat yang dapat dioperasikan dari *dimmer switch*.



Gambar 16.22. Switch untuk lampu dekat dan jauh (dimmer switch)

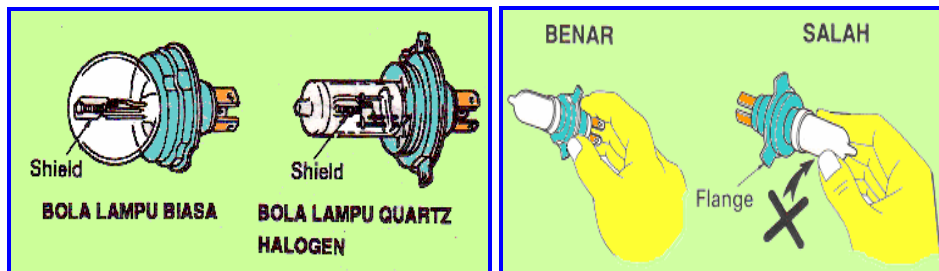
Teknik Bodi Otomotif



Gambar 16.23. Lampu utama tipe sealed

Berdasarkan konstruksi bolam terhadap rumahnya, maka lampu besar dibagi menjadi 2 tipe, yaitu;

- Tipe sealed beam* (dimana lampu dan rumahnya merupakan satu kesatuan/tidak dapat diganti bolamnya saja) dan
- tipe Semi sealed beam* (lampu dan rumahnya terpisah sehingga bolamnya dapat diganti baik biasa maupun halogen)



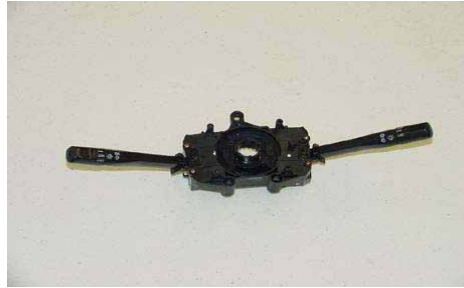
Gambar 16.24. Konstruksi Bola Lampu Biasa dan Halogen

Bola lampu *quartz halogen*, lebih panas dibanding dengan bola lampu biasa saat digunakan, umur lampu akan lebih pendek bila ada oli atau gemuk menempel pada permukaannya. Demikian juga keringat manusia (mengandung garam) juga dapat menodai kacanya. Untuk mencegah hal ini maka saat mengganti peganglah bagian flange untuk mencegah jari-jari menyentuh kacanya.

Sebelum melaksanakan pembongkaran, pemeriksaan, pemasangan dan penyetelan komponen kelistrikan bodi, maka diperlukan tindakan keamanan diantaranya adalah membaca buku pedoman perawatan (buku manual) dari kendaraan yang akan di periksa. Tiap kendaraan memiliki letak komponen yang berbeda-beda, sehingga anda harus menemukan dengan cepat dan tepat. Pada waktu melepas atau memasang suku cadang, perhatikan keselamatan kerja, proses

Kelistrikan Bodi Kendaraan

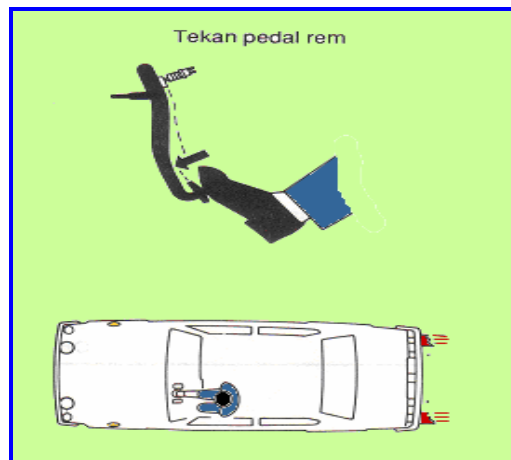
pelaksanaan kerja yang benar untuk mencegah perbaikan yang tidak perlu dilakukan. Selain itu, dianjurkan untuk menggunakan peralatan tangan dan alat ukur yang sesuai sehingga aman dan tidak merusak komponen.



Gambar 16. 25. *Coloumb Switch*

Proses melepas *coloumb switch* adalah dengan melepas *steering wheel* dengan tilt *handle* pada posisi yang paling rendah, melepas *column cover* dan melepas konektor dari *column switch*. Sedangkan langkah memasangnya adalah dengan memasukkan *column switch* dengan posisi yang lurus dengan *steering shaft center*. Setelah itu memasang *column switch wiring harness* sepanjang *column tube* padaudukannya. Setelah *steering wheel* terpasang, pastikan posisi mobil tetap lurus, dan *cancel pen* terpasang pada lubang dibawah permukaan *steering wheel*.

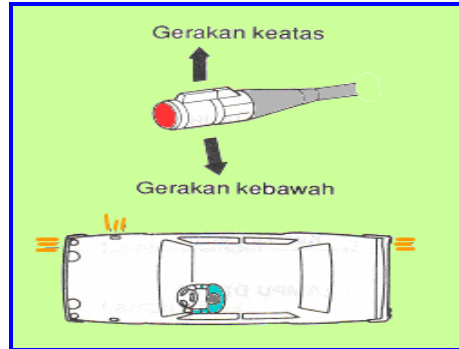
Lampu rem digunakan untuk memberikan informasi kendaraan dibelakangnya untuk menghindari benturan saat melakukan pengereman.



Gambar 16. 26 Lampu rem

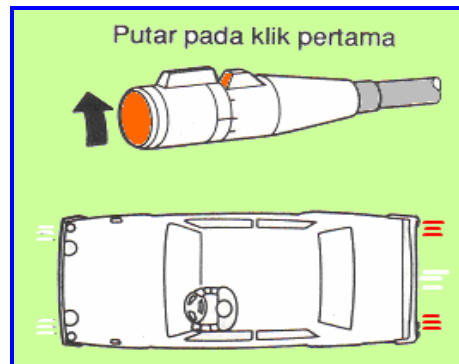
Teknik Bodi Otomotif

Lampu tanda belok (sein) dipasang dibagian depan dan belakang (serta kadang di samping untuk jenis kendaraan tertentu) bertujuan untuk memberikan informasi pada kendaraan lain bahwa *pengemudi* yang bersangkutan akan berbelok atau pindah jalur. Biasanya lampu ini berkedip 60-120 kedipan per menit.



Gambar 16.27. Lampu sein ketika bekerja

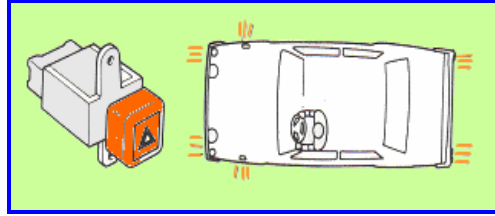
Lampu jarak dan lampu belakang (lampu kota) memberikan isyarat lebarnya kendaraan dimalam hari. Lampu plat nomor digunakan untuk memberi penerangan pada plat nomor kendaraan dan menyala bersama lampu kota.



Gambar 16.28. Lampu kota dan plat nomor

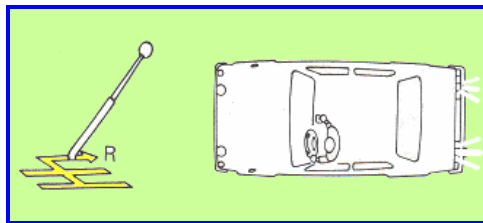
Lampu hazard digunakan untuk memberikan isyarat pada kendaraan didepan atau belakang bila kendaraan dalam keadaan darurat dan meminta prioritas jalan.

Kelistrikan Bodi Kendaraan



Gambar 16.29. Lampu hazard ketika bekerja

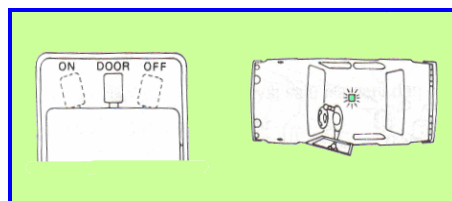
Lampu mundur berguna untuk memberi informasi kendaraan lain bahwa kendaraan akan mundur, dan juga penerangan tersebut membantu pengemudi melihat kondisi di belakang. Lampu ini menyala saat transmisi berkedudukan pada posisi mundur.



Gambar 16.30. Lampu mundur ketika bekerja

Lampu meter (instrumen) digunakan untuk menerangi meter-meter dan gauge pada instrumen/dashbord pada saat lampu kota hidup (malam hari).

Lampu ruangan berguna untuk menerangi interior, dipasang ditengah, tidak menyilaukan pengemudi. Switch yang ada adalah ON (menyalakan), OFF (mematikan) dan DOOR (menyala otomatis saat pintu dibuka)



Gambar 16.31. Lampu ruangan ketika bekerja

Pemasangan dan perbaikan sistem penerangan ketika melaksanakan perbaikan bodi kendaraan harus dilakukan dengan benar. Berikut ini langkah-langkah perbaikan yang dilakukan pada sistem penerangan lampu depan:

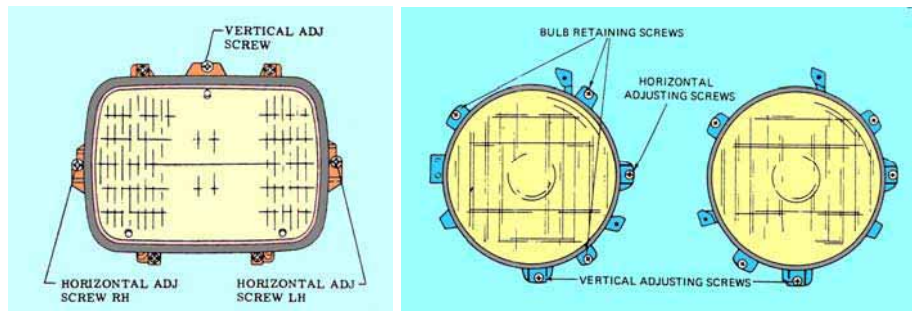
Teknik Bodi Otomotif

- (1) Melepaskan terminal negatif (-) baterai.
- (2) Melepaskan soket-soket lampu depan
- (3) Melepaskan lampu depan beserta ornamen ring lampu depan jika ada.
- (4) Melepaskan unit *sealed beam*

Catatan: Lepaskan skrup penyetel, putar unitnya berlawanan dengan arah jarum jam

Pemasangan:

- (1) Stel setiap skrup penyetel dengan ukuran yang sesuai dengan kondisi benda kerja. (pengerasan skrup kira-kira 18 putaran)
- (2) Pasangkan penghubung (konektor) pada setiap kabel-kabel.
- (3) Hubungkan terminal baterai.
- (4) Lakukan pengetesan arah lampu depan.
- (5) Pasanglah setiap ornamen lampu depan.



Gambar 16.32 .Lampu depan

Menyetel lampu depan (metode penyetelan memakai layar):

- (1) penyetelan dilakukan dengan tekanan ban dalam keadaan normal dan kendaraan tanpa beban.
- (2) Memposisikan kendaraan didepan layar dengan lampu depan pada jarak 3 meter jauhnya dari layar.
- (3) Pada layar, titik pentunjuk untuk penyetelan fokus lampu depan dilengkapi dengan:



Gambar 16.33. Menyetel jarak lampu

- (a) Tarik garis pedoman horisontal pada permukaan layar pada ketinggian titik tengah lampu depan (H) kurang dari 20 mm
- (b) Tarik garis tengah vertikal pada layar lampu dengan kanan dan kiri. Kemudian didapat titik (F) yang terjadi perpotongan garis horisontal dan garis vertikal.
- (c) Putar lampu pada posisi "ON" dan lampu jauh menyala, dan stel lampu tersebut dengan memutar skrup penyetel sehingga arah peyinaran lampu pada titik potong (F) pada layar.
- (d) Untuk kesempurnaan penyetelan arah lampu depan, swith lampu jauh ke lampu dekat. Kemudian pastikan bahwa cahaya setiap lampu dekat dalam arah diagonal bawah.

Sedangkan untuk lampu belakang, perbaikannya adalah dengan melepas *lower back trim*, dan selanjutnya melepas lampu kombinasi. Sedangkan pemasangannya adalah kebalikan dari cara melepaskan adalah cara memasang lampu kombinasi belakang.

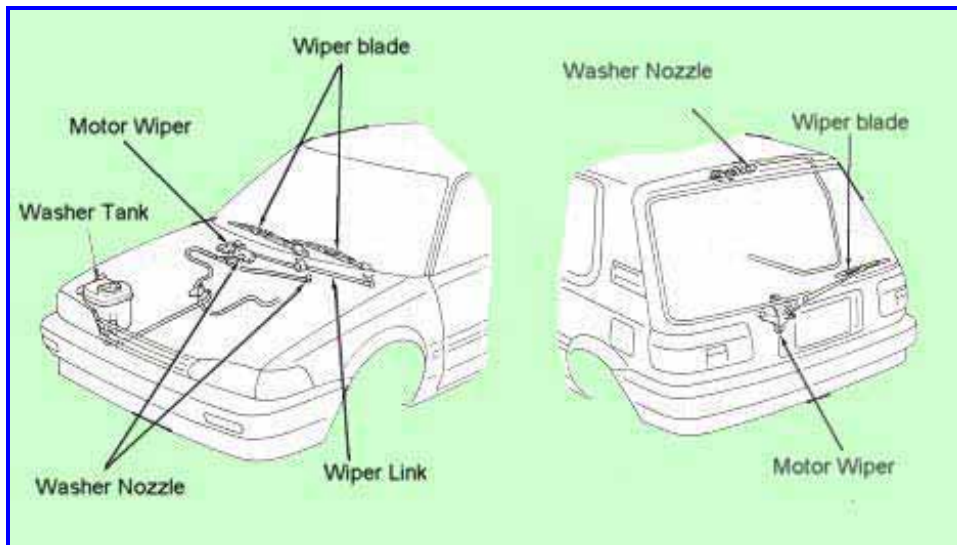
Catatan: pada waktu memasang trim, perlu diperhatikan bahwa beberapa skrup tap pengerasannya agak kurang dan dapat didistribusikan ke skrup yang lebih besar sedikit.



Gambar 16.34. Lampu Kombinasi

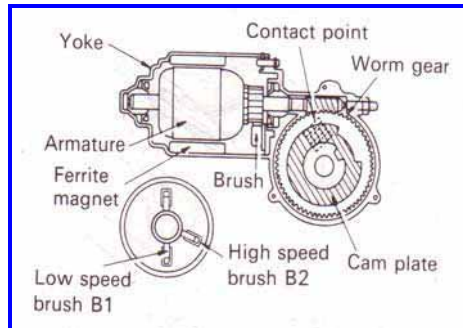
16.12. Wiper dan Washer

Wiper (penghapus kaca) berguna untuk membersihkan kaca dari hujan, debu, salju, binatang-binatang kecil, sehingga sangat penting untuk keselamatan. Beberapa kendaraan dilengkapi dengan wiper belakang untuk menambah kejelasan penglihatan ke belakang.



Gambar 16.35. Konstruksi *wiper* depan dan belakang

Wiper terdiri dari motor wiper, wiper link, wiper arm dan wiper blade. Kelengkapan lainnya pada wiper adalah adanya *intermittent* (bekerja lambat dan tidak waktunya berselang) dan *interlock* (wiper menyala ketika kita semprotkan air dari washer)

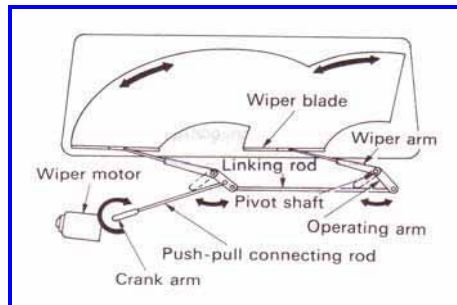


Gambar 16.36. *Motor wiper*

a) Motor wiper

Motor wiper adalah sebuah motor magnet dengan gigi reduksi. Dua cara yang digunakan untuk menimbulkan medan magnet, tipe wound rotor yang menggunakan lilitan (*coil*) untuk membuat elektro magnet, dan tipe ferrite magnet yang menggunakan ferrite magnet permanen dan mayoritas kendaraan menggunakannya karena lebih kompak, ringan, ekonomis dan menggunakan motor DC.

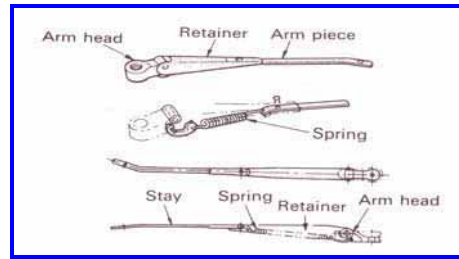
b) Tuas Wiper



Gambar 16.37. Gerakan *wiper*

Tuas wiper (wiper link) merubah gerak putar dari motor wiper menjadi gerak bolak balik pada poros wiper. Dalam mekanisme gerakan tuas tipe paralel tandem, maka motor mulai memutar *crank arm*, bila motor dihidupkan. Batang penghubung tarik dorong dihubungkan dengan crank arm, menyebabkan arm bekerja untuk membuat gerak penghapusan setengah lingkaran mengelilingi poros pivot. Linking rod lain yang terpasang pada kerja arm selalu membuat gerak penghapusan setengah lingkaran secara paralel. Bila poros pivot kiri dan kanan berputar pada arah yang sama, maka lengan wiper kiri dan kanan dapat bekerja secara paralel.

Teknik Bodi Otomotif

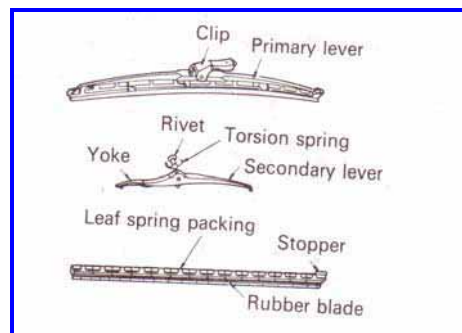


Gambar 16.38. Tuas *Wiper*

c) Lengan Wiper (wiper arm)

Wiper arm terdiri dari head untuk mengikatnya pada wiper shaft, sebuah pegas untuk menahan blade, arm piece untuk pemasangan blade dan retainer untuk menahannya.

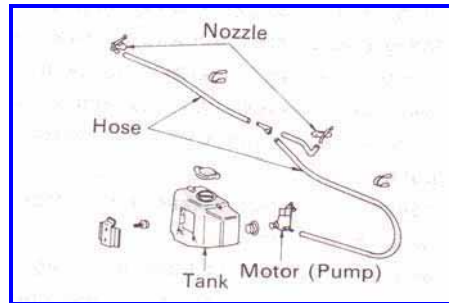
Biasanya wiper dapat menghalangi jarak penglihatan pada saat berhenti. Concealed wiper dapat menyempurnakan kelemahan ini, dengan adanya tempat penyimpanan wiper yang terletak antara kaca dan kap mesin.



Gambar 16.39. *Wiper Blade*

d) Wiper blade

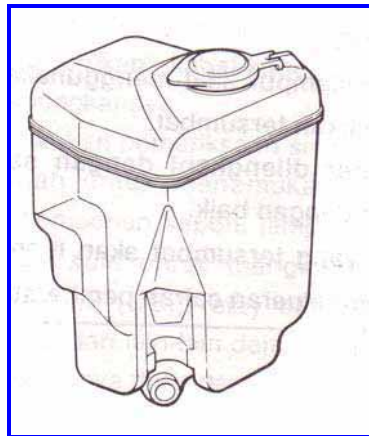
Terdiri dari sebuah karet untuk menyapu permukaan kaca, suatu kombinasi dari leaf spring, packing dan beberapa lever, dan clip untuk memasng blade pada bagian wiper arm (lengan wiper)



Gambar 16.40. *Washer*

e) Washer

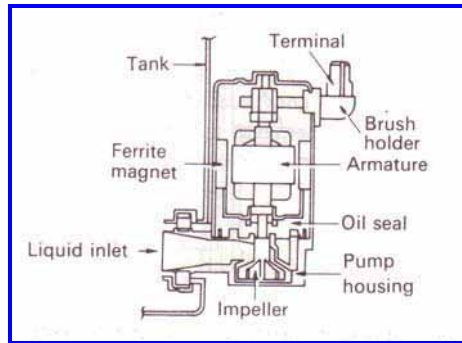
Fungsi washer untuk menyempurnakan fungsi wiper blade dan mengurangi beban pada motor dengan membersihkan debu dan binatang-binatang kecil dari kaca depan dan belakang dengan cairan pembersih. Washer tipe listrik umumnya banyak digunakan. Tipe washer listrik terdiri dari tangki washer, motor, selang dan nozzle.



Gambar 16.41. *Tangki Washer*

f) Tangki washer

Bentuk tangki washer (water tank) bervariasi tergantung pada posisi penempatan dan tempat yang tersedia.



Gambar 16.42. *Motor Washer*

g. Motor Washer

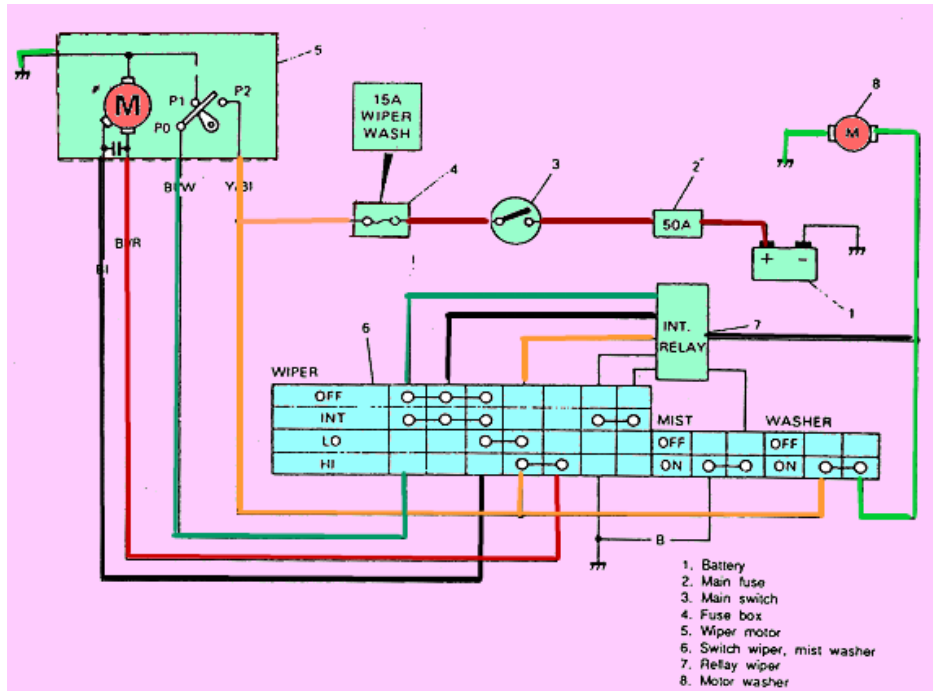
Berfungsi menggerakkan pompa, mengeluarkan cairan pembersih dari tangki. Tipenya ada dua yaitu wound rotor dan ferrite magnet, kebanyakan menggunakan tipe yang kedua. Sedangkan tipe pompanya adalah, tipe gigi (gear tipe), tipe squeeze dan tipe sentrifugal. Tipe sentrifugal lebih luas penggunaannya sebab memiliki daya tahan yang kuat untuk digunakan karena bagian-bagian yang bersentuhan kecil sekali. Akan tetapi tipe sentrifugal dipasang dibagian bawah tangki, karena tidak bisa menyedot.

h. Nozzle

Terbuat dari tembaga, aluminium atau resin dengan satu atau dua lubang. Kebanyakan saat ini menggunakan resin dan memiliki lubang yang dapat disetel (adjusting orifice). Diameter lubang orifice adalah 0,8 mm – 1 mm.

i. Cairan Washer

Terdiri cairan anti beku (anti freeze) dan ditambah detergent dan zat anti karat (anti corrosive agent). Penggunaan yang tidak tepat dapat merusak karet washer atau cat.



Gambar 16.43. Circuit diagram *motor wiper*

Perbaikan bodi ketika harus melepas komponen wiper dan washer, pertama yang harus dilepas adalah *wiper arm* dengan cara melepaskan *arm shaft lock nut* lalu menekan poros ke dalam. Kemudian melepaskan baut yang menahan motor *bracket* pada bodi, lalu menarik unit motor wiper. Setelah itu melepas sambungan *washer tube* dari kabin kendaraan. Setelah itu melepas *mounting bolt*, lalu mengeluarkan motor wiper. Sebagai catatan, jangan melepas *crank arm* jika tidak perlu, karena dapat mengubah sudut *auto stop*. Jika harus dilepas, maka berilah tanda terlebih dahulu sehingga memudahkan saat pemasangan.

Waktu memasang *wiper linkage*, perhatikanlah petunjuk memasang *wiper arm shaft* pada bodi, memasukkan *shaft bracket positioning boss* dengan tepat kedalam lubang yang terdapat pada bodi. Menyetel posisi berhenti dari *wiper blade*. Setelah itu mengencangkan *wiper arm nut* dengan torsi 1,0-1,6 kgm. Pada pemasangan juga perhatikan arah penyemprotan dari washer dengan menyetel pada ujung *nozzle* menggunakan kawat atau jarum.

16.13. Meter kombinasi dan Alat Pengukur

Instrumen disusun pada instrumen panel yang letaknya dibagian depan tempat duduk pengemudi untuk mengetahui keadaan kendaraan dengan mudah. Instrumen panel memberitahukan secara terperinci dan

Teknik Bodi Otomotif

penunjukkan kondisi kendaraan saat itu oleh meter-meter atau alat ukur (gauge) dan lampu (light)

Meter kombinasi dan alat pengukur biasanya terdiri dari:

- a) Penunjukkan meter, yang meliputi speedometer, tachometer, temperatur air pendingin, pengukur bahan bakar, pengukur tekanan oli, volt meter.
- b) Penunjukkan lampu, yang meliputi lampu peringatan tekanan oli, peringatan pengisian, indikator lampu jauh, peringatan bahan bakar, peringatan rem, indikator pintu dan indikator tanda belok.



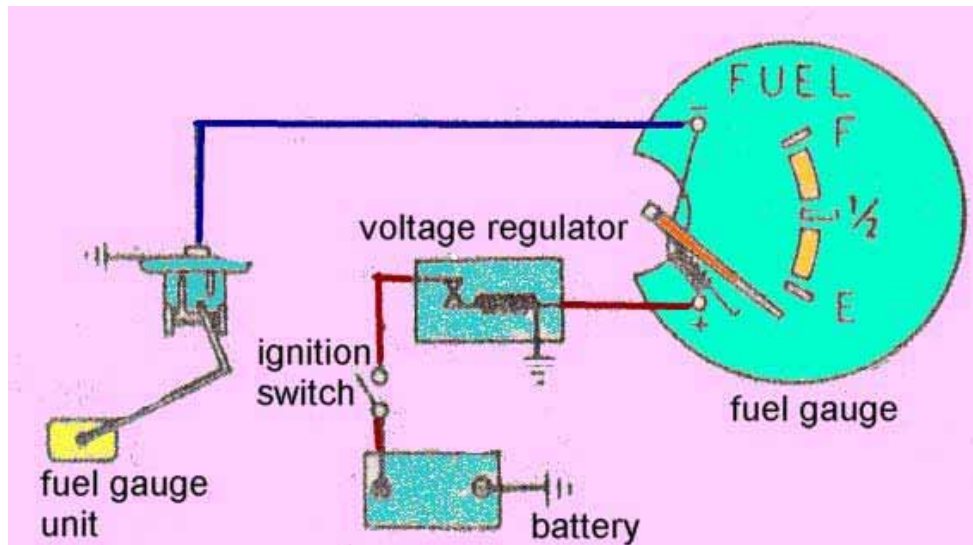
Gambar 16.44. Meter Kombinasi

Urutan kerja pembongkaran dari meter kombinasi dilakukan dengan cara membuka baut-baut pengunci penutup meter kombinasi, melepaskan *meter glass* dan *meter panel* dan mengangkat penutup meter kombinasi dan melepaskan konektor yang ada (misal: speedometer dan unit kabel).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat melakukan pemasangan adalah jangan mengencangkan terlalu keras karena akan merusakkan komponen (pecah) serta memasang kabel speedometer dan konektor harus tepat, pemasangan kabel speedometer yang longgar menyebabkan jarum speedometer bergoyang dan menimbulkan suara berisik.

e) Fuel Gauge dan Unit

Fuel gauge unit dapat menggunakan tipe bimetal maupun rangkaian elektronik (chip komputer), namun dalam modul ini hanya dibahas yang banyak digunakan yaitu *bimetal type*. Sedangkan gauge unit menggunakan tipe *variable resistance type*. Untuk mencegah penunjukkan yang salah karena voltage yang berubah-ubah, maka pada sirkuit dipasang *constant voltage relay* yang menjaga voltage tetap $7,0 \pm 0,2$ V yang terpasang didalam gauge.



Gambar 16.45. Fuel gauge unit (sensor) dan fuel gauge

Saat melakukan pembongkaran *fuel gauge unit*, rangkaian yang kabel yang berasal dari meter kombinasi dilepas terlebih dahulu, baru *fuel gauge unit* yang terpasang dalam tangki bahan bakar dilepas dengan melepas baut-baut pengikat atau pengunci yang ada. Saat mengeluarkan *fuel gauge unit*, jangan sampai terjadi kebengkokan pada sensornya.

Pemeriksaan *fuel gauge unit* sangat mudah, yaitu dengan cara melepas sambungan wiring terminal dari gauge unit, lalu hubungkan dengan massa (-), apabila jarum menunjuk pada posisi "F" (full) maka gauge masih baik, dan sebaliknya.

Jangan terlalu lama menghubungkan wiring terminal dengan massa, karena dapat menyebabkan coil terbakar.

Pemeriksaan coil menggunakan tester untuk mengetahui tahanan pada koil. Jika terlalu kecil dari spesifikasi, maka kemungkinan terdapat hubungan singkat, jika terlalu besar (lebih dari 150Ω) kemungkinan putus.

Teknik Bodi Otomotif

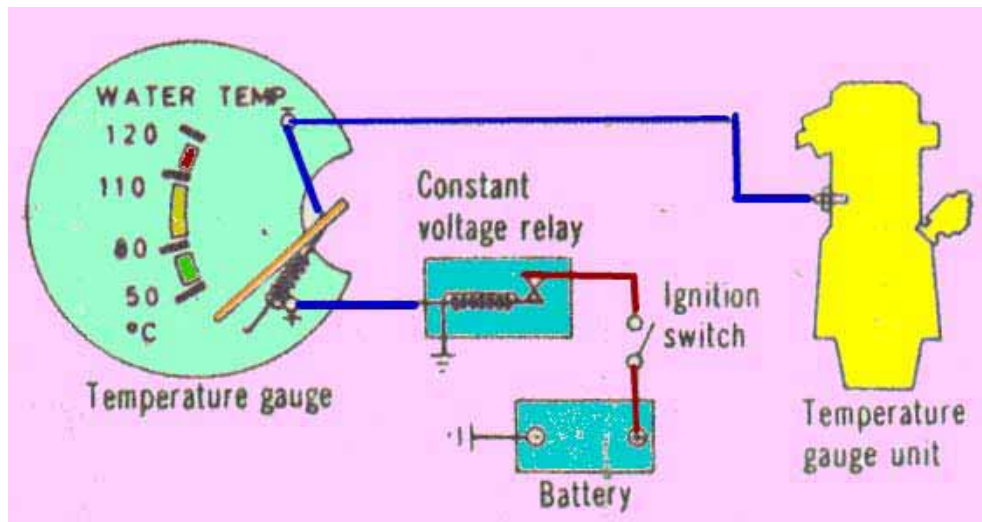
Pemeriksaan fuel gauge unit dengan mengukur tahanan antara terminal dengan massa sewaktu posisi level pada F dan E.

Pemasangan gauge unit dengan cara memberi permukaan dengan *packing* dan *sealer* untuk mencegah kebocoran bahan bakar. Hati-hati jangan sampai lengan pelampung bengkok serta periksa ketepatan pemasangan massanya.

Posisi Float (pelampung)	E	F
Tahanan	$95 \pm 7 \Omega$	$7 \pm 2 \Omega$

f) Temperatur Gauge dan Unit

Temperature gauge unit dapat menggunakan tipe bimetal maupun rangkaian elektronik (chip komputer), namun dalam modul ini hanya dibahas yang banyak digunakan yaitu *bimetal type*. Sedangkan gauge unit menggunakan tipe *Thermistor type*. Untuk mencegah penunjukkan yang salah karena voltage yang berubah-ubah, maka pada sirkuit dipasang constant voltage relay yang menjaga voltage tetap $7,0 \pm 0,2$ V yang terpasang didalam gauge.



Gambar 16.46. Temperatur gauge dan temperature gauge unit (sensor)

Langkah pembongkaran dilakukan dengan cara melepas *temperature gauge circuit* yang terpasang dalam meter kombinasi dilepas sesuai prosedur pelepasan meter kombinasi. Kemudian *thermistor* unit yang terpasang mesin (blok silinder/ kepala silinder atau saluran pendingin) dilepas dengan melepas kabel dan membuka dengan kunci yang sesuai.

Pemeriksaan *temperature gauge* sangat mudah, yaitu dengan cara melepas sambungan wiring terminal dari gauge unit, lalu hubungkan dengan massa (-) menggunakan resistor sekitar 25Ω , apabila jarum menunjuk pada 120°C , maka gauge masih baik, dan sebaliknya. Jangan menghubungkan wiring terminal langsung dengan massa, gunakan resistor 25Ω . Pemeriksaan temperatur gauge unit dengan mengukur tahanan gauge unit pada air panas 80°C maka tahanannya sekitar 75Ω .

Saat kembali melakukan pemasangan, *gauge unit* dengan menggunakan kunci yang sesuai serta pemasangan kabel massa harus kuat.

16.14. Sistem Air Conditioner (A/C)

Ketika berkendara di dalam kendaraan, kondisi lingkungan didalam kendaraan sangat mempengaruhi kenyamanan kerja pengemudi dan penumpang. Salah satunya adalah panas, sehingga diperlukan fasilitas pengaturan udara yaitu *air conditioner (AC)*. Kondisi tropis seperti di Indonesia memungkinkan AC bertujuan mendinginkan ruangan dari pada memanaskan ruangan (khusus daerah Eropa).

- a. Secara garis besar, proses pendinginan dilakukan dengan cara:
- b. Kompresor melepaskan *refrigerant* yang bertemperatur dan bertekanan tinggi.
- c. Refrigerant di condenser dicairkan kembali.
- d. Setelah itu refrigerant masuk di receiver/dryer untuk disaring dan dialirkan ke evaporator melalui expansion valve.
- e. Expansion valve merubah cairan refrigerant menjadi campuran dan cairan yang bertemperatur dan bertekanan rendah.

Komponen-komponen yang ada pada sistem AC adalah:

- a. Kompresor yang berfungsi untuk menaikkan tekanan refrigerant. Kompresor ini memiliki berbagai jenis, yaitu tipe *crank*, *swash plate*, dan *vane*.
- b. Magnetic *clutch*, berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan hubungan kompresor dengan mesin.
- c. Condenser, berfungsi untuk mendinginkan dan menyerap panas dari gas refrigerant yang ditekan kompresor dan berubah menjadi cairan.
- d. Receiver (dryer) berfungsi menampung sementara refrigerant, kemudian menyuplai ke sistem pendinginan sesuai dengan beban pendinginan.
- e. Evaporator dan blower berfungsi untuk menyerap udara panas melalui sirip-sirip dan mendinginkan udara.

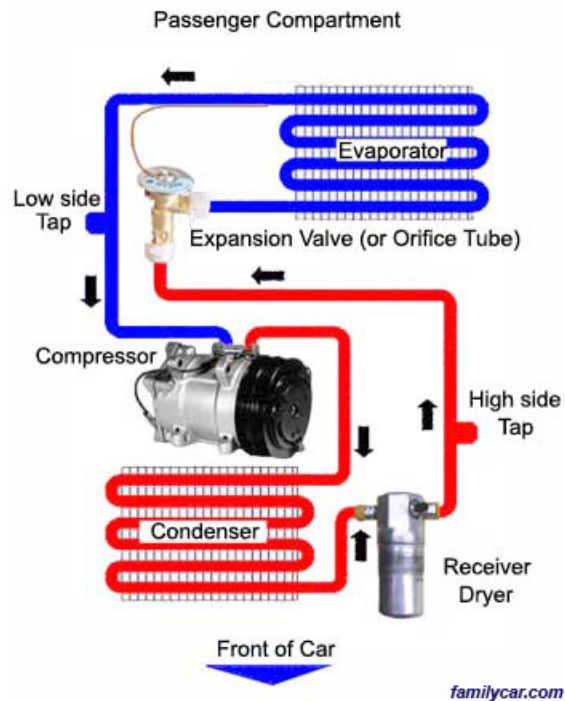
Teknik Bodi Otomotif

- f. Idle up, berfungsi untuk menaikkan putaran mesin apabila AC dihidupkan. Biasanya terpasang pada pompa kompresor.

Apabila melaksanakan perbaikan bodi kendaraan memerlukan melepas sistem AC, maka perlu diperhatikan K3, diantaranya memasang fender cover, melepas hubungan kabel baterai, kebersihan tempat kerja, membuang refrigerant sampai tekanan 0 Kg/cm² (0 psi) secara perlahan-lahan.

Langkah membongkar kompresor adalah dengan melepas V belt (sabuk) dan melepas kabel magnetic *clutch* serta idle up. Kemudian melepas slang-slang setelah refrigeran dikeluarkan.

Melepas condensor didekat front grill dengan melepas sambungan pipa dari compressor dan yang ke receiver/dryer. Kemudian melepas baut dudukan condensor.



Gambar 16.47. Diagram alir refrigerant

Sedangkan untuk melepas unit pendingin (evaporator dan fan), dilakukan dengan membongkar glove box dan saluran udara serta control wire dengan melepas baut-baut pengikatnya. Selain itu perlu membongkar

Kelistrikan Bodi Kendaraan

thermostat relay, power relay dan thermistor connector (jika ada). Setelah itu membongkar cooling unit dari dudukannya.

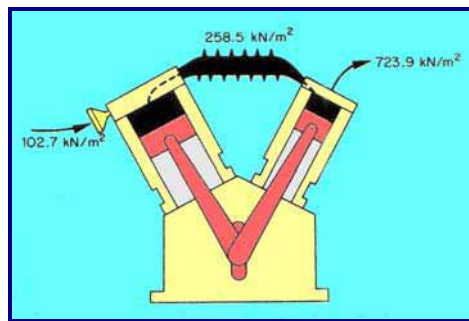
Untuk langkah pemasangan, dilakukan dengan urutan kebalikan dari pembongkaran. Sesudah pemasangan, perlu melakukan pemeriksaan fungsi dari sistem pendinginan, termasuk magnetic *clutch* maupun tegangan V belt.

Pertanyaan:

1. Menurut Anda, pentingkah seorang ahli perbaikan bodi memahami system kelistrikan pada kendaraan? Mengapa?
2. Sebutkan peralatan kelistrikan yang berfungsi untuk keamanan pada bodi kendaraan!

Dalam proses pengecatan untuk mendapatkan hasil terbaik maka diperlukan beberapa peralatan pendukung antara lain unit kompresor, saluran pemipaan, *filter* dan *regulator*, ruang pengecatan, *oven* pengering, selang angin fleksibel, *spray gun* dan sebagainya akan dijelaskan pada bab ini.

17.1. Kompresor Udara



Gambar 17.1 Kompresor *two stage*

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan tekanan udara/angin yang baik dan bersih selama berlangsungnya proses pengecatan. Lubang hisap udara dilengkapi dengan *filter* yang dapat mencegah uap air, debu dan kotoran masuk.

Konstruksinya terdiri dari motor penggerak, kompresor udara dan tangki penyimpanan yang dilengkapi dengan katup pengaman tekanan.

Motor penggerak yang digunakan yaitu motor listrik atau motor bakar (motor bensin 2 tak dan 4 tak atau motor *diesel*).



Gambar 17.2. Unit kompresor berpengerak motor listrik

Besarnya tekanan udara yang dihasilkan ditentukan oleh kompresor itu sendiri, daya motor penggerak serta kapasitas tangki penyimpanan. Semakin besar kapasitas tangki maka pengisian tekanan akan semakin lambat.

Tekanan yang dihasilkan kompresor diperoleh dari langkah bolak-balik piston yang dilengkapi katup saluran hisap udara dan katup tekan. Tekanan angin tersebut kemudian diteruskan ke tangki penyimpanan.

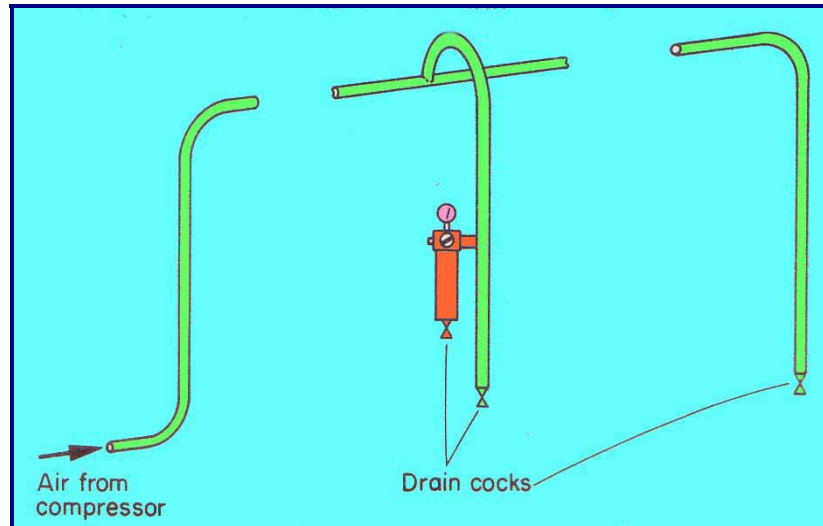


Gambar 17.3 Unit kompresor dengan penggerak motor bensin

Volume tangki penyimpanan harus disesuaikan dengan kemampuan/daya kompresor. Pada tangki terdapat saluran masuk dari kompresor, saluran keluar menuju pipa-pipa penyalur yang dilengkapi

Teknik Bodi Otomotif

katup kran manual, serta katup pengaman tekanan otomatis dan *pressure gauge* untuk mengontrol tekanan isi di dalam tangki. Katup otomatis akan terbuka dan udara keluar perlahan apabila tekanan dalam tangki melebihi batas yang diijinkan.



Gambar 17.4. Air pipe line/ saluran pemipaan

Saluran pemipaan merupakan jalur-jalur pipa yang menghubungkan sumber penghasil tekanan yaitu unit kompresor dengan unit pengguna misalnya *spraygun*, *air sander*, *air impact* dan sebagainya. Ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam instalasi pipa penyalur :

Pressure drop atau penurunan tekanan angin yang seminimal mungkin antara sumber (kompresor) dengan unit pemakai, hal ini terjadi disebabkan oleh gesekan antara udara yang mengalir di dalam pipa dengan permukaan dalam pipa-pipa penyalur. Semakin panjang saluran akan berpengaruh terhadap besarnya *pressure drop*.

Kebocoran yang minimal, biasanya terdapat kebocoran pada sambungan-sambungan antar pipa atau sambungan ke selang pemakai.

Penyaringan/filtering harus baik. Sebelum udara bertekanan disalurkan maka harus disaring dan distabilkan terlebih dahulu melalui unit *Air transformer/Regulator*

17.2. Air Transformer

Udara yang telah dimampatkan di dalam tangki dapat menimbulkan kondensat atau uap air meskipun pada lubang hisap kompresor telah

Peralatan Pengecatan

dilengkapi dengan *filter* udara, maka diperlukan penyaringan dan pengaturan kembali tekanan udara dari dalam tangki dengan *air transformer*. *Air transformer* terdiri dua bagian yaitu kondensor/*filter* dan *regulator*. Kondensor/*filter* berfungsi untuk menyaring dan mendinginkan/mengembunkan uap air yang ada pada udara yang masuk ke saluran pipa-pipa karena dapat mengganggu proses dan hasil pengecatan.

Regulator berfungsi untuk mengurangi tekanan dan mengaturnya tetap stabil sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan, regulator juga dilengkapi dengan *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan masuk dari kompresor dan tekanan pemakaian juga dilengkapi katup kran yang dapat diatur.



Gambar 17.5. *Regulator dan Filter Udara (Transformer)*

17.3. Selang udara

Selang udara berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan dari unit penyalur ke unit pengguna seperti *Air Sander*, *Air Polish*, *spray gun* dan sejenisnya, selang udara terbuat dari campuran plastic dan karet yang dilapisi anyaman nilon supaya lentur namun tetap kuat terhadap tekanan sehingga memudahkan bergerak selama proses pengecatan dan pekerjaan sejenisnya.



Gambar 17.6 Selang Fleksibel *spiral*



Gambar 17.7 Selang Fleksibel *roll*

17.4. Ruang Cat (*Spray Booths*)

Ruang cat merupakan ruangan berventilasi khusus dan aman yang disediakan untuk melakukan proses pengecatan, ruangan ini dilengkapi dengan kipas *exhaust* yang berfungsi untuk menghisap debu, uap air dan kotoran di udara dalam ruangan supaya tidak ikut menempel bersama dengan cat.

Peralatan Pengecatan



Gambar 17.8 Bagian dalam ruang cat (*Spray Booths*)



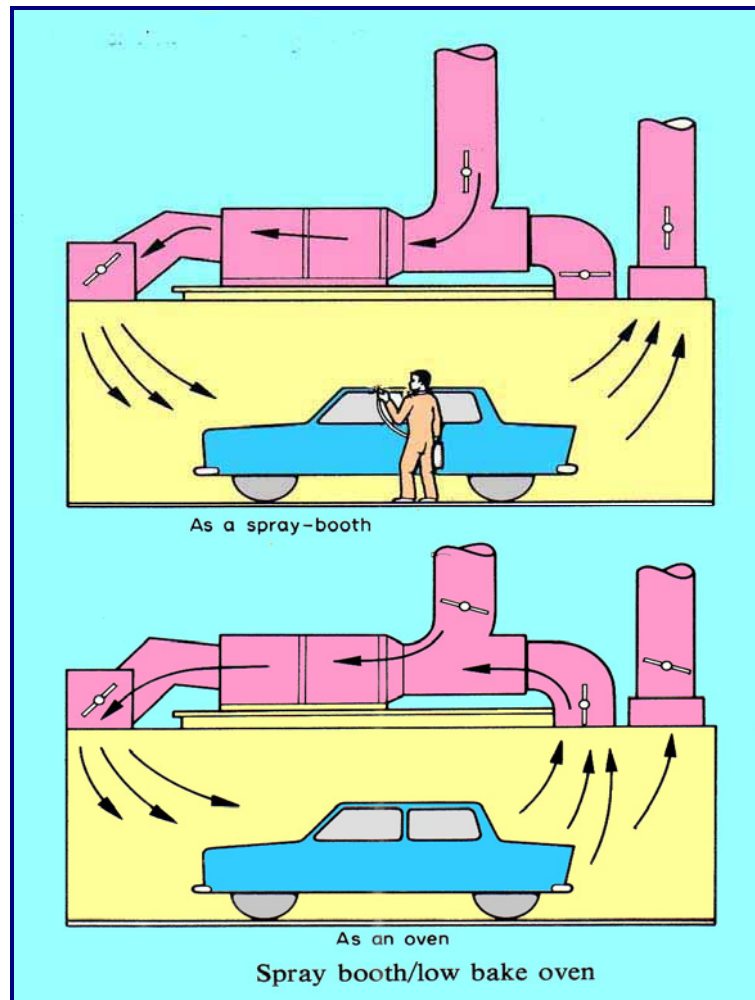
Gambar 17.9 Ruang *oven* pemanas

Teknik Bodi Otomotif

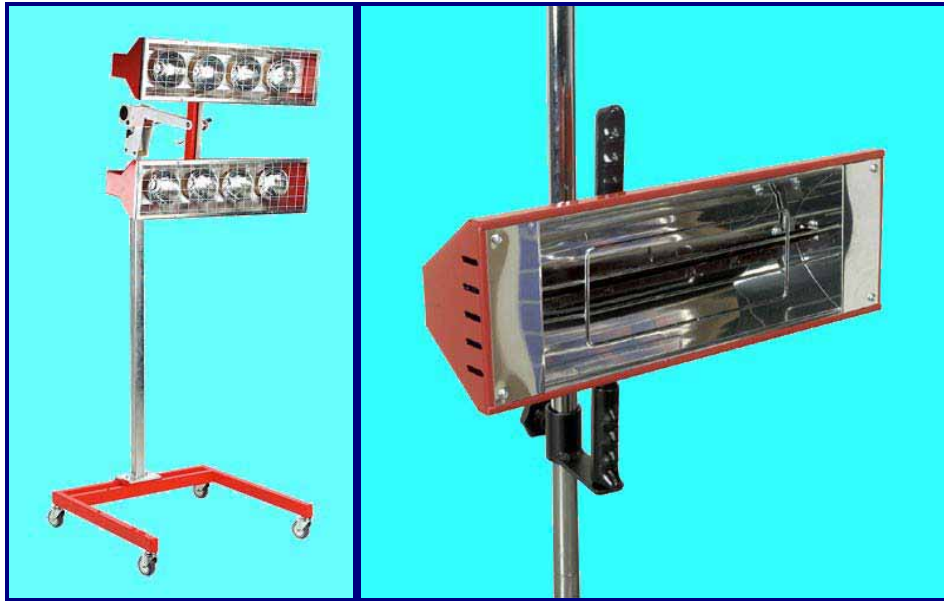
17.5. Ruang pemanas (*Oven*)

Oven merupakan ruangan khusus yang mempunyai seperangkat alat yang bisa menghasilkan panas yang stabil dengan temperatur sesuai yang dibutuhkan untuk mengeringkan cat dalam waktu yang relatif singkat.

Pemanas berfungsi untuk membantu mempercepat proses pengeringan cat. Sumber panas oven berasal dari pembakaran bahan bakar yang disalurkan lewat saluran-saluran tertentu sehingga panas di dalam ruang merata atau panas dari beberapa lampu pijar yang dipasang di dalam ruangan.



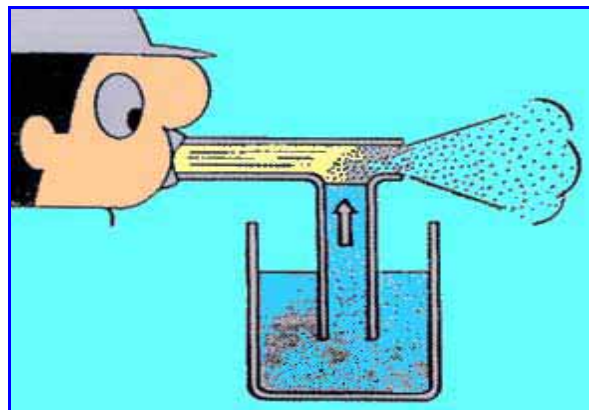
Gambar 17.10 Ruang cat multi fungsi untuk pengecatan dan pengeringan



Gambar 17.11 Lampu pemanas pada *oven*

17.6. *Spraygun*

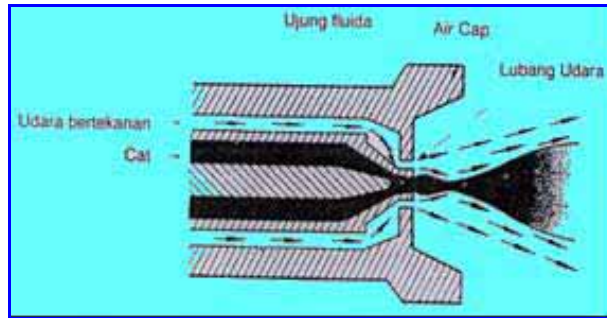
Spraygun adalah suatu peralatan pengecatan yang menggunakan udara kompresor untuk mengaplikasi cat yang diatomisasikan pada permukaan benda kerja. *Spraygun* menggunakan udara bertekanan untuk mengatomisasi/mengabutkan cat pada suatu permukaan.



Gambar 17.12 Prinsip kevakuman

Teknik Bodi Otomotif

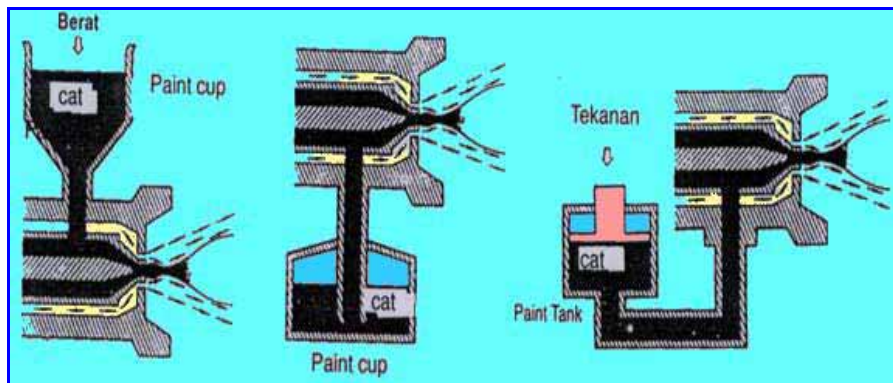
Prinsip pengecatan semprot dengan menggunakan spray gun sama halnya seperti pada atomisasi semprotan obat ntamuk. Apabila udara bertekanan dikeluarkan dari lubang udara pada air cap, maka tekanan negatif akan timbul pada ujung fluida, yang selanjutnya menghisap cat pada cup. Kemudian cat yang dihisap ini disemprotkan sebagai cat yang diatomisasi (dikabutkan),..



Gambar 17.13 Atomisasi cat

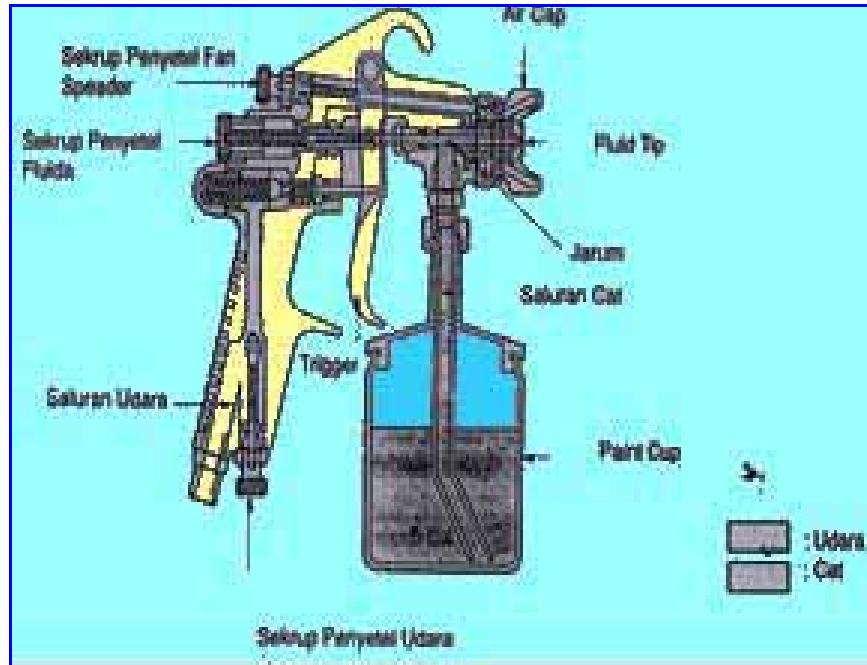
1. Tipe Spray Gun

Dalam garis besarnya, spray gun dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu: tipe umpan-berat (*gravity-feed*), umpan-hisap (*suction-feed*), dan tipe kompresi (*compression*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar berikut ini.



Gambar 17.14 Tipe *Spray gun*

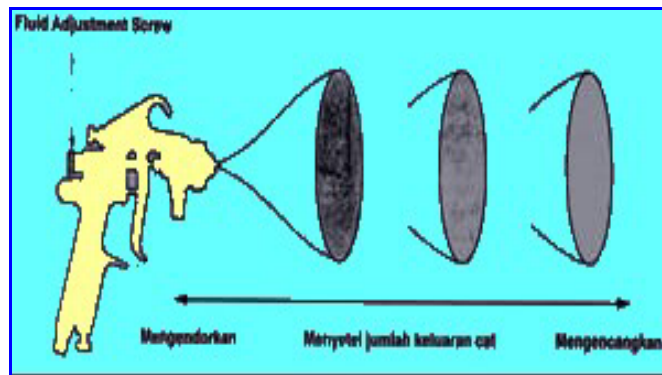
2. Konstruksi Spray Gun



Gambar 17.15. Konstruksi *spraygun*

a. Sekrup penyetel fluida

Jumlah keluaran cat dapat disetel dengan mengatur jumlah gerakan jarum. Mengendorkan sekrup penyetel akan menambah jumlah pengeluaran cat, dan mengencangkan sekrup mengurangi jumlah pengeluaran cat. Pengencangan sekrup penyetel sepenuh langkah, akan menghentikan aliran cat.

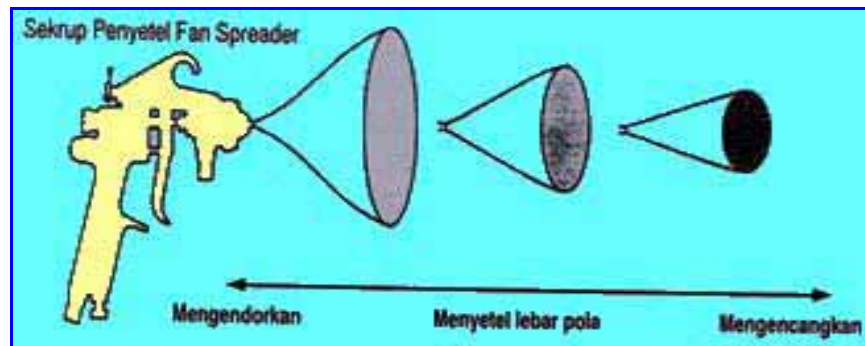


Gambar 17.16. Setelan fluida

Teknik Bodi Otomotif

b. Sekrup penyetel fan spreader

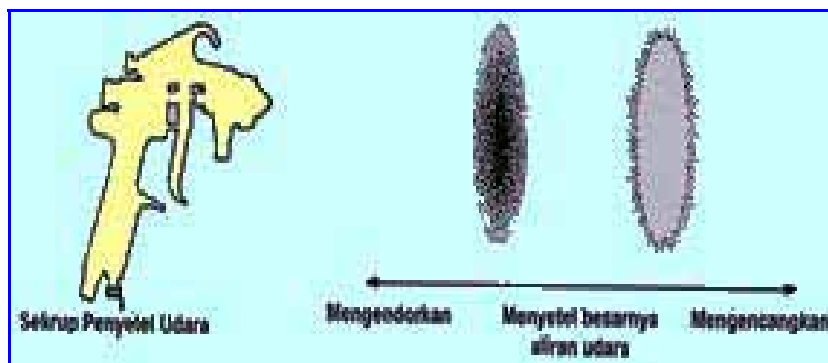
Sekrup ini berfungsi untuk menyetel bentuk pola semprotan. Mengendorkan sekrup membuat pola oval (lonjong), dan mengencangkan sekrup membuat pola lebih bulat. Pola yang oval lebih cocok untuk menyemprotkan cat pada area kerja yang besar. Sedangkan pola yang lebih bulat akan cocok untuk menyempotkan cat pada area yang lebih kecil.



Gambar 17.17 Fan spreader

c. Sekrup penyetel udara

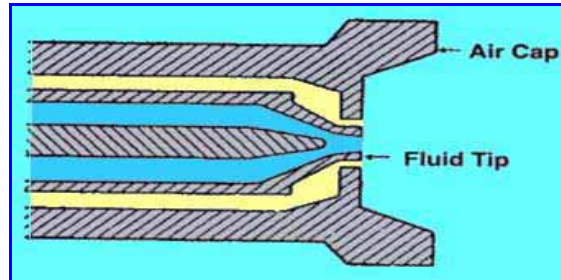
Sekrup ini berfungsi untuk menyetel besarnya tekanan udara. Mengendorkan sekrup penyetel berarti menambah tekanan udara, dan mengencangkan sekrup penyetel akan mengurangi tekanan udara. Mengencangkan sepenuhnya langkah sekrup penyetel, akan menghentikan tekanan udara. Tekanan udara yang tidak mencukupi, akan mengurangi atomisasi cat, dan tekanan udara yang berlebihan akan menyebabkan cat terpercik, jadi akan menambah jumlah cat yang diperlukan.



Gambar 17.18 Setelan udara

d. Fluid Tip

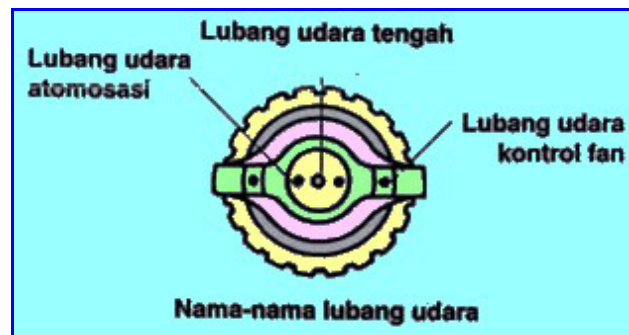
Fluid tip berfungsi untuk mengatur dan mengarahkan jumlah cat dari spray gun ke dalam air stream. Pada fluid tip terdapat suatu taper (ketirusan). Pada saat jarum menyentuh taper ini, aliran cat dihentikan. Apabila cat dikeluarkan, maka jumlah keluaran ini akan tergantung pada ukuran pembukaan fluid tip di saat jarum menjauhi tip.



Gambar 17.19. *Fluid tip*

e. Air Cap

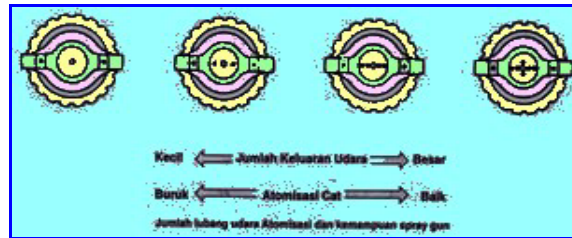
Air cap berfungsi mengeluarkan udara untuk membantu atomisasi/pengkabutan cat. Air cap memiliki lubang-lubang udara sebagai berikut, lubang udara tengah untuk membuat kevakuman pada fluid tip dan menyemprotkan cat, lubang udara kontrol fan menggunakan tenaga udara kompresor untuk menentukan bentuk pola semprotan, dan lubang udara atomisasi untuk menyebarkan atomisasi cat.



Gambar 17.20. *Cap*

Fungsi lain air cap adalah untuk mengubah arah pola semprotan, yaitu dengan cara memutar air cap.

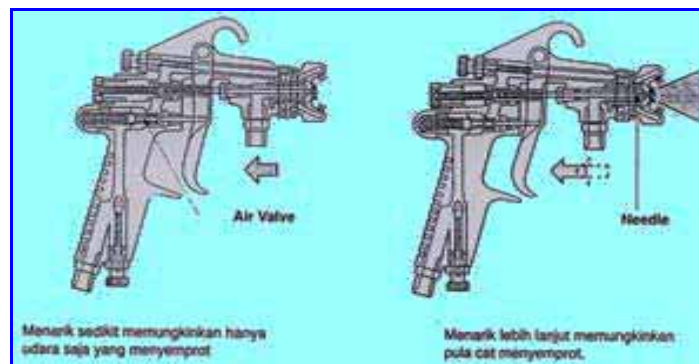
Teknik Bodi Otomotif



Gambar 17. 21. Kipas

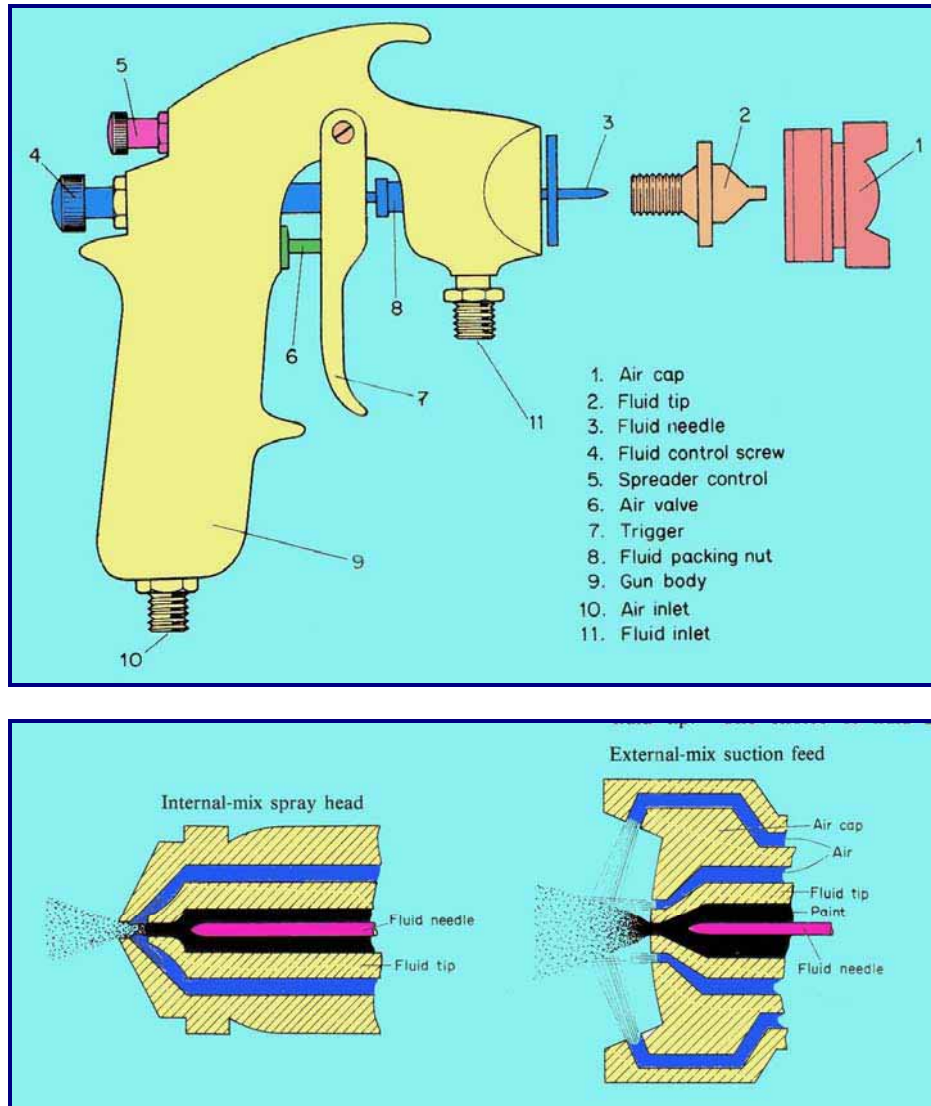
f. Trigger

Menarik trigger akan menyebabkan udara dan cat menyemprot. Trigger bekerja didalam dua tahap. Menarik trigger pada permulaan akan membuka katup udara, sehingga hanya udara saja yang menyemprot. Menarik trigger lebih lanjut, akan menyebabkan jarum terbuka, sehingga cat menyemprot bersamaan dengan udara. Tipe konstruksi ini dirancang untuk membuat atomisasi yang konsisten pada saat trigger ditarik.



Gambar 17. 22. Kerja *spray gun*

Spraygun dibedakan menurut metode suplai catnya yaitu *Suction-feed*, *gravity-feed* dan *pressure-feed*



Gambar 17.23 Konstruksi *Spraygun Tip* untuk *Tipe Pressure Feed* dan *Suction feed*

Suction-feed

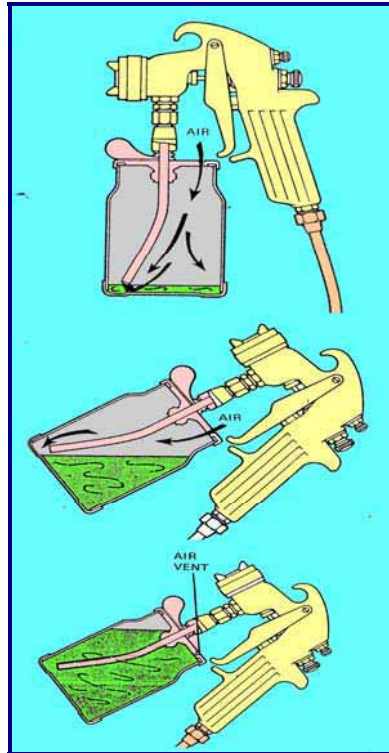
Pada tipe ini aliran udara bertekanan pada *fluid tip* menghasilkan kevakuman sehingga menghisap cat dari tabung penampung yang berada di bawah keluar bersama-sama dengan udara pada *air cup*. Kapasitas tangki penampung tidak lebih dari 1 liter, Apabila terlalu banyak akan menyebabkan kelelahan yang lebih cepat selama proses pengecatan



Gambar 17. 24. *Spraygun model suction-feed*

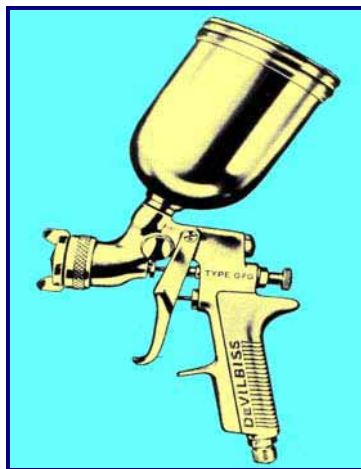
Gravity-feed

Penampung cat posisinya berada di atas *spraygun* sehingga cat mengalir sendiri. Karena adanya gaya gravitasi, penampung lebih kecil yang dapat digeser posisinya. Sangat sesuai *untuk* mengecat permukaan yang relatif luas. Kelemahan model ini adalah saat posisi mengecat tidak tegak lurus, cat dari tabung penampung cenderung akan tumpah dan apabila cat sudah hampir habis, pipa hisap tidak menjangkau permukaan cat.



Gambar 17.25. Kerugian *Spraygun* model *suction-feed*

Konstruksi ini lebih ringan, sangat sesuai untuk mengecat permukaan yang relatif sempit atau mengecat dengan warna yang berganti-ganti. Kerugiannya adalah kotoran yang mengendap pada bagian bawah penampung akan ikut terhisap

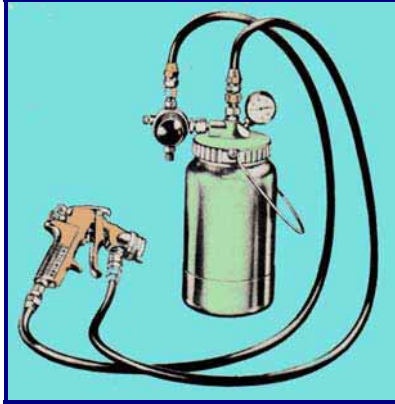


Gambar 17.26 *Spraygun* model *gravity-feed*

Teknik Bodi Otomotif

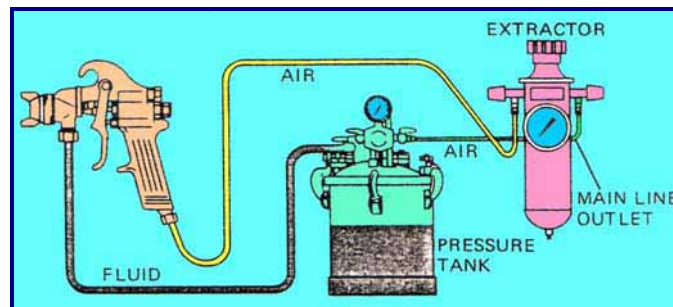
Pressuere-feed

Model ini mempunyai keunggulan yaitu mampu mengecat permukaan yang lebar tanpa harus sering mengisi ulang tabung penampung karena menggunakan tangki penyimpanan cat yang lebih besar, kapasitas 4-40 liter.

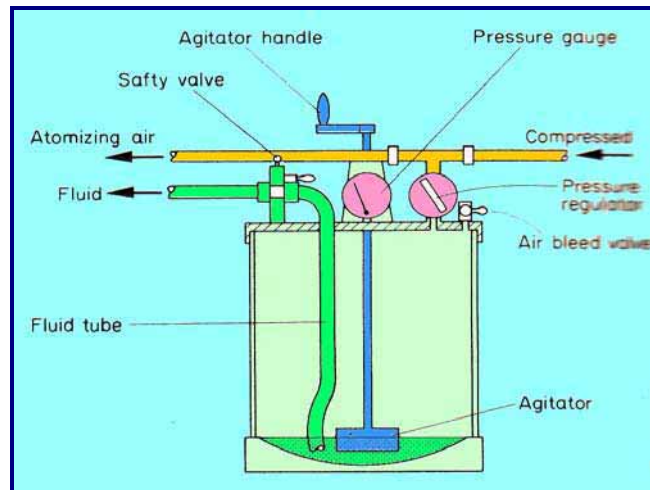


Gambar 17. 27 *Spraygun* model *pressure-feed*

Spraygun terpisah dengan tabung catnya sehingga lebih ringan dan mudah melakukan pengecatan dalam berbagai posisi. Mulut *spraygun* dirancang bukan untuk menghasilkan kevakuman seperti model lainnya, berfungsi hanya sebagai mulut penyempot cat yang sudah menjadi gas. Pada tabung cat sudah diberikan tekanan sehingga cat keluar karena tekanan angin dari dalam tabung cat.



Gambar 17.28. Aliran *Spraygun* Model *Pressure-feed*



Gambar 17.29. Tangki Cat *Spraygun* model *Pressure-feed*

17.7. Air Brush Pen Kit

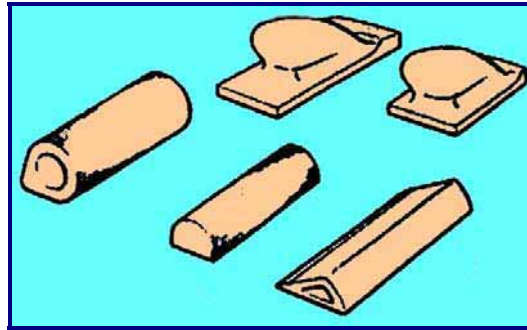


Gambar 17.30. *Pen Brush Kit*

Air brush pen mempunyai fungsi yang sama dengan *spray gun* tetapi volumenya lebih kecil seukuran dengan bulpen untuk menggambar, *air brush* biasa digunakan untuk mengecat permukaan benda yang sempit dan warna yang detil, atau untuk menggambar bentuk-bentuk tertentu. Dipergunakan para seniman *airbrush* untuk menuangkan imajinasinya dengan media bodi mobil atau media lainnya.

17.8. Blok Tangan

Blok tangan/*hand block* adalah blok dimana amplas ditempelkan dan digunakan untuk pengamplasan manual supaya hasilnya rata pada seluruh permukaan. Ada yang berbentuk datar dan ada pula yang mempunyai siku atau sudut tertentu.



Gambar 17.31. Blok Tangan

17.9. Sander



Gambar 17.32. Sanders Tipe Elektrik

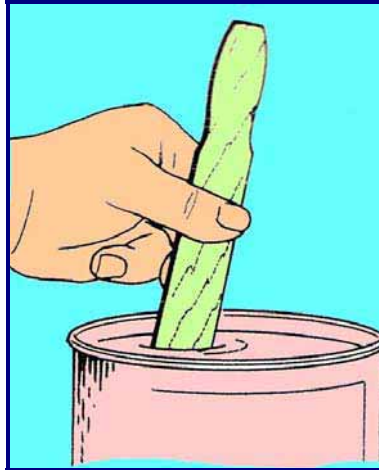
Sander adalah alat pengikis yang diberi power dimana amplas dipasang dan digunakan untuk mengamplas lapisan cat, *putty/surfacer*. Menurut tipe power yang digunakan. *Sander* dapat dibagi menjadi : Tipe *elektrik* yaitu yang menggunakan tenaga listrik dan Tipe *pneumatik* yaitu menggunakan udara bertekanan.



Gambar 17.33. Tipe *Pneumatic*

17.10. Pengaduk/*Paddle*

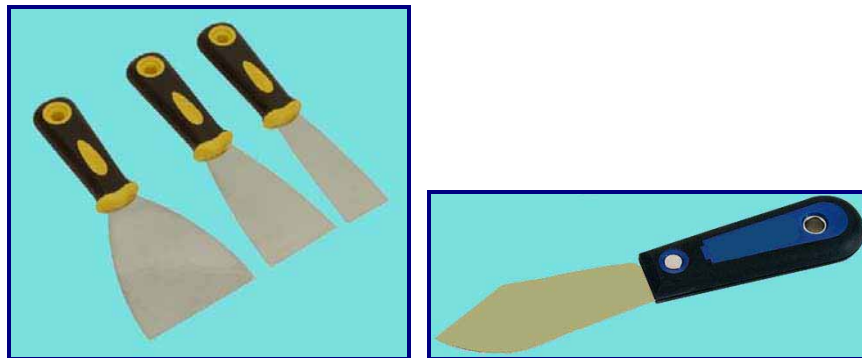
Pengaduk digunakan untuk mencampur *putty/surfacer* supaya membentuk kekentalan yang merata dan juga membantu mengeluarkan cat atau *surfacers* dari kaleng ke wadah pencampur. Bahan ini terbuat dari metal kayu atau plastik, dan beberapa diantaranya memiliki skala untuk mengukur campuran *hardener* dan *thinner*.



Gambar 17.34. Batang pengaduk/*paddle*

17.11. *Spatula* (Kape)

Spatula digunakan untuk mencampur dempul atau aplikasi pada permukaan benda kerja. Bahan ini terbuat dari plastik, kayu dan karet. Setelah digunakan spatula harus dibersihkan secara menyeluruh sebelum mengering. Apabila masih ada dempul yang tertinggal dan mengering pada *spatula*, maka dempul akan mengeras dan membuat spatula tidak dapat digunakan kembali.



Gambar 17.35. *Spatula*/pisau dempul/kape

Teknik Bodi Otomotif

17.12. Pistol Udara

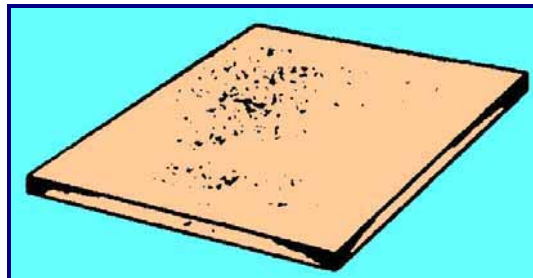
Pistol udara atau *air duster gun* digunakan untuk membersihkan permukaan kerja dari debu atau kotoran lainnya dengan cara meniupkan udara bertekanan.



Gambar 17.36. Pistol Udara/*Duster* berbahan dari logam

17.13. Papan Pencampur

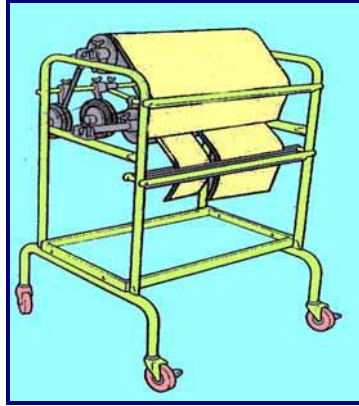
Papan pencampur atau *mixing plate* dipergunakan untuk mencampur dempul atau *surfacers* dengan *hardenemya* supaya lebih mudah dan merata. Alat ini terbuat dari metal, kayu, atau plastik.



Gambar 17.37. *Mixing Plate*

17.14. Kertas *Masking*

Kertas masking atau *masking paper* adalah kertas yang digunakan untuk menutup area yang tidak boleh terkena cat saat melakukan pengecatan sebagian. Misalnya kaca atau mengecat permukaan dengan warna berbeda.



Gambar 17.38. Kertas *Masking* dan Mesin Pemotongnya

17.15. Masker Pernafasan

Masker sangat diperlukan saat kita melakukan pengecatan karena zat-zat kimia yang terkandung dalam cat akan mudah terhirup paru-paru, dan sangat berbahaya bagi kesehatan baik jangka panjang maupun jangka pendek. *Masker* merupakan alat keamanan yang wajib dipakai saat melakukan proses ampelas, *sanding*, pengecatan dan sejenisnya.



Gambar 17.39. *Masker* Pernafasan

Masker bisa terbuat dari lembaran kain khusus atau dibentuk khusus dari plastik yang dilengkapi busa penyaring yang dapat dibersihkan atau diganti.

Tugas:

Buatlah table dengan kolom: no, nama perlatan pengecatan, fungsi dan cara menggunakan. Diskusikan hasil pekerjaan Anda dengan teman.



Bahan Pengecatan

Salah satu faktor yang menentukan hasil pengecatan yang baik adalah bahan-bahan pengecatan yang bermutu, baik bahan yang dipakai untuk persiapan seperti kertas ampelas, dempul dan sebagainya, cat itu sendiri ataupun bahan yang dipakai setelah melakukan proses pengecatannya untuk polishing.

18.1 *Refinishing Material*

Bahan untuk refinishing/pemolesan adalah sebagai berikut :

a. *Wheatstone*

Digunakan untuk memperbaiki bintik (*seed*) dan lelehan (*runs*) sebelum permukaan cat dipoles dengan buffing compound. Akan tetapi apabila lelehannya besar, atau terdapat banyak bintik, demi kemudahan kerja dan penghematan biaya, yang terbaik adalah mengecat ulang permukaan. Saat ini banyak tersedia produk yang menyerupai fungsi whetstone. (misalnya tipe dengan amplas ditempel).

b. *Amplas(sand paper)*

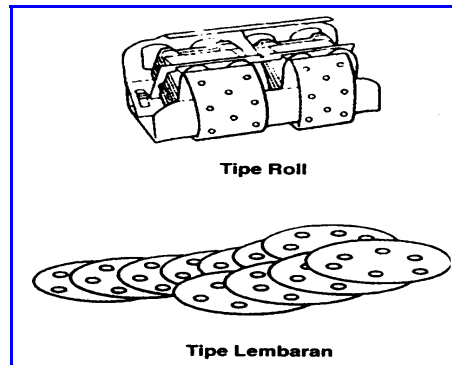
Amplas (sand paper) berfungsi untuk menghaluskan permukaan dengan cara digosokkan. Halus dan kasarnya kertas amplas ditunjukkan oleh angka yang tercantum dibalik kertas amplas tersebut. Semakin besar angka yang tertulis menunjukkan semakin halus dan rapat susunan pasir amplas tersebut. Amplas digunakan untuk mengamplas lapisan cat, putty (dempul) atau surfacer. Tersedia dalam bermacam-macam bentuk, material serta kekasarannya.

1) *Klasifikasi Bentuk*

Berdasarkan bentuknya amplas dibedakan menjadi tipe roll dan tipe lembaran. Tipe roll ada yang berbentuk membulat dan ada yang berbentuk empat persegi panjang. Demikian juga tipe lembaran dibedakan dalam bentuk bulat dan empat persegi panjang.

2) Klasifikasi cara pemasangan

Berdasarkan klasifikasi cara pemasangannya amplas dibedakan tipe adhesive, tipe velcro, dan tipe non adhesive.



Gambar 18.1 Amplas Tipe Roll dan Tipe Lembaran

3) Klasifikasi material

Berdasarkan materialnya perbendaan didasarkan pada jenis material belakang dan material partikel abrasifnya. Berdasarkan material belakang ada empat jenis, yaitu kertas, kertas tahan air, kain, dan fiberglass. Ditinjau dari material partikel abrasifnya dibedakan ada yang terbuat dari silicon carbide, dan ada yang terbuat dari oxidized aluminium.

Amplas terdiri dari partikel abrasif yang diletakkan pada material backing. Partikel abrasif yang terbuat dari silicon carbide, terpecah-pecah menjadi butiran kecil pada saat pengamplasan, dan secara konstan memunculkan tepian yang baru dan tajam. Partikel-partikel ini sangat sesuai untuk mengamplas (sanding) cat yang relatif lunak. Sebaliknya, karena partikel aluminium oxide sangat kuat dan tahan aus, maka material ini sangat sesuai untuk mengamplas (sanding) cat yang relatif keras.

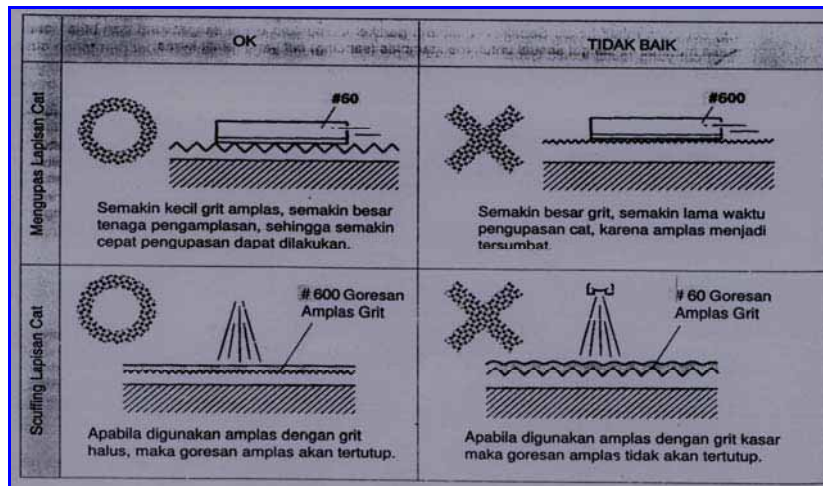
Ada dua metode yang digunakan dalam melapisi partikel abrasif pada material backing, yaitu metode lapisan terbuka dan lapisan tertutup. Pada metode lapisan terbuka, ada jarak yang lebih lebar diantara partikel-partikel. Hal ini memungkinkan partikel yang diampas terlepas dari partikel abrasif, dan mencegah permukaan amplas menjadi tersumbat. Metode lapisan terbuka ini terutama digunakan untuk pengamplasan kering (*dry-sanding*). Amplas tipe lapisan tertutup memiliki partikel abrasif yang dikemas rapat dan digunakan terutama untuk pengamplasan basah (*wet sanding*), dimana tidak ada resiko amplas menjadi tersumbat.

Teknik Bodi Otomotif

4) Klasifikasi Grit (kekerasan)

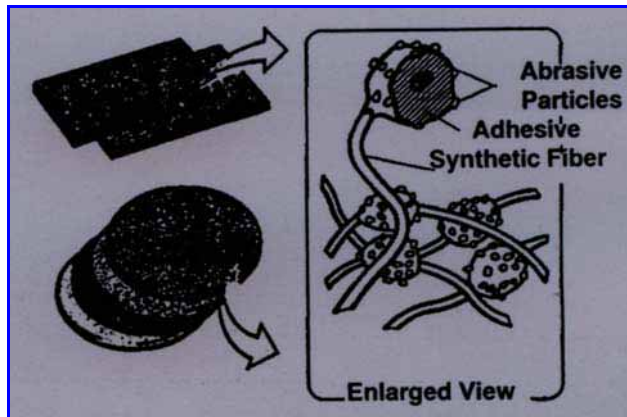
Nomor grit biasanya dicetak pada bagian belakang amplas. Makin besar nomor grit, makin halus partikel abrasifnya. Rentang nomor dari nomor grit yang digunakan untuk pengecatan automotif adalah antara #60 dan #2000. Tabel berikut memperlihatkan perbedaan nomor grit secara umum.

Sebelum menggunakan amplas, faktor yang sangat penting adalah memilih nomor grit yang berpengaruh pada hasil kerja, dan seberapa lama pekerjaan dilakukan. Sebagai contoh pemborosan waktu dan tenaga akan terjadi, apabila amplas dengan kekasaran yang halus, misal #600 digunakan untuk mengupas cat aslinya, apabila top coat diaplikasi setelah mengupas permukaan dengan amplas yang memiliki grit #60, maka tidak akan diperoleh lapisan akhir yang halus, seberapapun lapisan diaplikasikan. Dalam praktek tanda yang ditinggalkan oleh amplas dengan grit #80 tidak dihilangkan dengan mudah oleh grit #200. oleh sebab itu, yang penting untuk dilakukan adalah berganti pada grit yang lebih halus secara bertahap, sehingga dapat menghilangkan goresan yang ditiggalkan oleh amplas terdahulu.



Gambar 18.2 Permukaan kikis amplas

5) Material sanding tipe lain



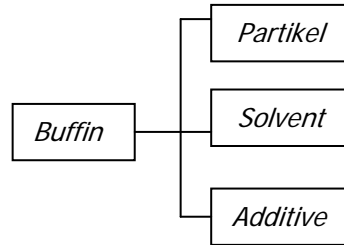
Gambar 18.3 Amplas fiber

Di samping amplas, ada pula material sanding yang lain, yaitu material dimana syntetic fiber dapat dikusutkan seperti felt. Menggunakan adesif, partikel abrasif dikaitkan satu sama lain oleh fiber. Oleh karena fleksibilitasnya, maka material ini sangat sesuai untuk pekerjaan sanding permukaan yang memiliki konfigurasi panel relatif kompleks (rumit), yang tidak mudah dijangkau oleh amplas. Oleh karena ketahanan air dan keandalannya yang tinggi maka ia dapat digunakan pada pengamplasan basah dan pengamplasan kering.

No. Grit	#60	# 80	# 120	#180	#240	#320	# 600	# 1000	# 1500	# 2000
Tipe Pekerjaan	Mengupas cat									
			Mengamplas dempul plastik							
						Mengamplas surfacer				
								Mengamplas cepat setelah aplikasi top coat		

c. **Buffing compoud** adalah partikel abrasif yang dicampur solvent atau air, dan aplikasinya tergantung pada ukuran partikel yang dikandungnya. Biasanya digunakan buffing compounds kasar dan halus. Tipe dan karakteristik dari buffing compounds:

Teknik Bodi Otomotif



- d. **Buffers** adalah suatu *attachment* (alat) yang dipasang pada polisher dan digunakan bersama *buffing compound* untuk memoles permukaan cat. *Buffers* diklasifikasi menurut materialnya, yaitu untuk kasar dan halus. Kasar digunakan untuk menghilangkan goresan-goresan sanding dan untuk menyesuaikan *texture*. *Buffer* kasar digunakan bersamaan dengan *buffing compound*. Sedangkan *buffer* halus digunakan terutama dengan *buffing compound* yang efek abrasinya lebih kecil, misalnya *fine-grain*, untuk menghasilkan kilapan atau menghilangkan tanda pusaran (goresan yang diakibatkan oleh *buffer* ataupun *buffing compound*).
- e. **Polisher** adalah sebuah alat yang dapat membantu pemolesan dengan efisien, polisher digunakan untuk memutar *buffer*. Dari dua tipe yang tersedia, yaitu tipe elektrik dan tipe pneumatik, tipe elektrik polisher lebih banyak digunakan.



Gambar 18.4 Air polisher

18.2 Cat

a. Cat Primer

Cat primer adalah lapisan cat yang digunakan sebagai cat dasar permukaan plat yang berfungsi untuk memberikan ketahanan terhadap karat, meratakan *adhesi*/daya lekat di antara metal dasar (*sheet metal*) dan lapisan (*coat*) berikutnya. Primer digunakan dalam lapisan yang sangat tipis dan tidak memerlukan pengamplasan. Dalam teknik pengecatan cat primer ada 4 jenis, yaitu :

- a) *Wash primer*, sering disebut *etching primer*. Jenis ini terdiri dari bahan utama *vinyl butyral resin* dan *zinchromate pigment* anti karat, dengan demikian primer ini mampu mencegah karat pada metal dasar.
- b) *Lacquer primer*, terbuat dari bahan *nitrocellulose* dan alkyd resin. Cat primer ini mudah dalam penggunaan dan cepat kering.
- c) *Urethane primer*, terbuat dari bahan utama *alkyd resin*. Merupakan resin yang mengandung *polyisocyanate* sebagai hardener. Cat primer jenis ini memberikan ketahanan karat dan mempunyai daya lekat (*adhesi*) yang kuat.
- d) *Epoxy primer*, cat primer jenis ini mengandung *amine* sebagai *hardener*. Komponen utama pembentuknya adalah *epoxy resin*. *Epoxy primer* memberikan ketahanan terhadap karat dan mempunyai daya lekat yang sangat baik.

b. Dempul

Dempul atau *putty* adalah lapisan dasar (*under coat*) yang digunakan untuk mengisi bagian yang penyok dalam dan besar atau cacat-cacat pada permukaan benda kerja. Dempul juga dipergunakan dengan maksud untuk memberikan bentuk dari benda kerja apabila bentuk benda kerja sulit dilakukan. Setelah mengering dempul dapat diampelas untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Dempul dapat digolongkan menjadi tiga macam menurut penggunaannya, yaitu :

- a) *Polyester putty*, sering juga disebut dempul plastik. Dempul ini menggunakan *organic peroxide* sebagai hardener dan mengandung banyak *pigment* sehingga dapat membentuk lapisan yang tebal dan mudah diampelas. Dempul jenis ini menghasilkan tekstur yang keras setelah mengering. Biasanya dempul ini diulaskan dengan menggunakan kape dempul dan dipergunakan untuk menutup cacat yang parah atau untuk memberi bentuk pada bidang.
- b) *Epoxy putty*, dempul ini mempunyai ketahanan yang baik terhadap karat dan mempunyai daya lekat yang baik terhadap berbagai material dasar. Bahan utama dempul ini adalah *epoxy resin* dan *amine* sebagai *hardener*. Oleh karena itu proses pengeringan dempul ini lama, dengan pemanasan paksa menggunakan oven pengering. Dempul ini dapat diulaskan dengan kape dempul atau disemprotkan.

Teknik Bodi Otomotif

c) *Lacquer putty*, dempul ini dapat disemprotkan secara tipis-tipis untuk menutupi lubang kecil atau goresan-goresan pada komponen. Bahan utama pembentuknya adalah *Nitrocellulose dan acrylic resin*.

c. Surfacer

Surfacer adalah lapisan (coat) kedua yang disemprotkan di atas *primer, putty* atau lapisan dasar (*under coat*) lainnya. *Surfacer* mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- a). Mengisi penyok kecil atau goresan kertas.
- b). Mencegah penyerapan *top coat*
- c). Meratakan adesi diatas *under coat* dan *top coat*

d. Cat warna/Top coat

Peranan dari cat warna atau *top coat* adalah cat akhir yang memberi warna, kilap, halus bersamaan dengan meningkatkan kualitas serta menjamin keawetan kualitas tersebut.

e. Thinner/Solvent

Thinner atau *solvent* berwarna bening dan berbau khas menyengat hidung. Zat cair ini mengencerkan campuran zat pewarna dan zat perekat hingga menjadi agak encer dan dapat dikerjakan selama pembuatan cat. *Thinner* juga menurunkan kekentalan cat agar mendapatkan *viscositas* yang tepat untuk pengecatan.

f. Hardener

Hardener adalah suatu bahan yang membantu mengikat *molekul* di dalam *resin* sehingga membentuk lapisan yang kuat dan padat untuk melarutkan *hardener* agar memperoleh *viscositas* yang baik . *Hardener* ditambahkan pada komponen utama dari cat dua komponen yaitu *acrylic* atau *polyester resin*.

g. Clear/Gloss

Clear/gloss digunakan sebagai cat pernis akhir pada pengecatan sistem dua lapis untuk memberikan daya kilap dan daya tahan gores terhadap cat warna dasar metalik.

18.3 Masking

Dalam metode pengecatan kita sering melakukan perlindungan terhadap permukaan kendaraan yang tidak akan dicat dengan warna yang sama. Langkah kita dalam melakukan perlindungan inilah yang dimaksud dengan *masking*. Tujuan dari masking ini adalah melindungi permukaan tertentu dari kendaraan agar tidak terkena semprotan cat, dan bahkan dari debu-debu yang dihasilkan dari pengecatan itu. Jika proses *masking* yang kita lakukan kurang sempurna maka hasil pengecatan kurang sempurna dan kita akan kehilangan banyak waktu untuk membersihkan permukaan tersebut. Oleh karena itu proses masking harus sempurna agar dihasilkan pengecatan yang sempurna.

a. Bahan dan Peralatan *Masking*

Bahan masking adalah semua bahan kebutuhan yang diperlukan dalam proses masking. Dalam memilih bahan hendaknya selalu mempertimbangkan asas kemudahan dan kehematan. Ada beberapa syarat bahan masking dapat diterima/digunakan antara lain :

- 1) Dapat mencegah *solvent* terkena permukaan.
- 2) Dapat mencegah terkupasnya cat setelah mengering.
- 3) Dapat mencegah pencemaran debu.
- 4) Tidak meninggalkan adhesive pada permukaan cat.

Bahan–bahan yang diperlukan dalam prosedur *masking* adalah :

1) Kertas Masking

Kertas masking (*masking paper*) berfungsi sebagai penutup bagian yang tidak akan dicat. Kertas masking layak digunakan jika bebas terhadap debu, tahan terhadap penetrasi *solvent*, dan mudah dalam penggunaannya. Kertas masking tersedia dalam berbagai ukuran tebal untuk pekerjaan dan aplikasi yang berbeda-beda, misalnya : kertas yang tebal untuk mencegah penetrasi solvent atau kertas tahan panas dengan lapisan aluminium dan lain-lain. Untuk memudahkan dalam pengambilan



Gambar 18.5 Masking Paper

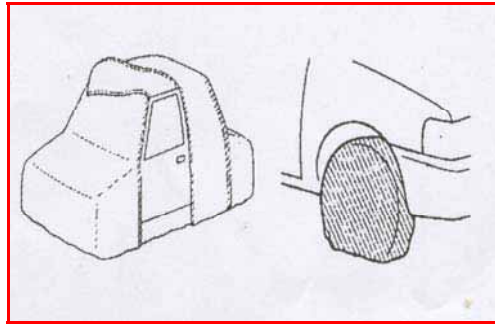
Masking paper biasanya tersedia *dispenser masking paper*. Alat ini gunanya untuk menggulung masking paper dengan berbagai ukuran tebal dan disertai pula gulungan masking tape yang langsung bisa menempel pada permukaan masking paper. Ada sebagian masking paper yang sudah dilengkapi dengan masking tape pada bagian bawahnya.

2) Vinyl Sheet

Vinyl sheet adalah material vinyl yang sangat tipis yang biasanya tersedia dalam ukuran lebar yang lebih besar daripada masking paper. Oleh karena itu, sangatlah berguna untuk mencegah *overspray* cat dalam ukuran yang lebar di sekitar permukaan kerja. Karena terbuat dari vinyl maka kemungkinan tahan terhadap penetrasi *solvent* sangat tinggi. Dengan demikian *vinyl sheet* dapat dipakai berulang-ulang selama belum kaku/keras akibat cat yang mengering.

3) Spesial Masking Cover

Spesial masking cover berfungsi menutup keseluruhan kendaraan dan hanya memperlihatkan (membuka) bagian yang akan dicat saja. Cover ini dapat digunakan berulang-ulang. Ada pula masking cover yang hanya digunakan untuk menutup ban kendaraan.



Gb. 18.6 *Spesial Masking Cover*

4) Masking Tape

Masking tape adalah bahan perekat yang digunakan untuk menempelkan/memegang masking paper pada body kendaraan. *Masking tape* pada pengecatan kendaraan hendaknya dipilih yang mempunyai ketahanan terhadap panas, mempunyai daya lekat yang tinggi tetapi tidak meninggalkan adhesive pada bodi kendaraan setelah dikupas. Ada sebagian masking tape di pasaran yang mempunyai daya lekat sangat rendah, sehingga solvent cat dapat merembes masuk dan menghasilkan pengecatan yang kurang sempurna.

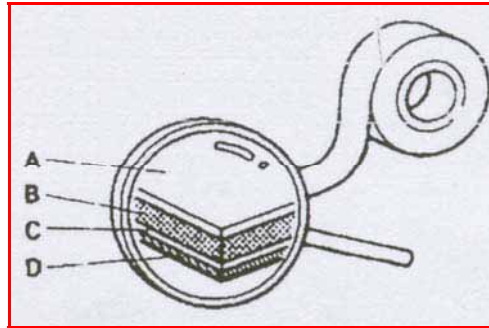
Klasifikasi masking tape menurut tahan panas :

- a) Untuk cat dengan pengeringan udara : digunakan pada cat lacquer. Apabila dipanaskan, adhesive akan melekat pada bodi kendaraan.
- b) Untuk cat dengan pengeringan buatan : digunakan pada cat urethane. Tahan panas sampai 60° s.d. 80°C (140° s.d. 176°F).
- c) Untuk cat bakar (*baked paint*) : Tahan panas hingga 130° hingga 140° C (226° s.d. 284°F)

Catatan :

Sekalipun ketahanan panas masking tape sesuai dengan temperatur pengeringan, tetapi apabila lapisan (*coat*) lemah terhadap *solvent*, maka lapisan (*coat*) akan rusak oleh solvent yang terkandung di dalam *adhesive* dari *tape*. Hal ini akan menimbulkan bekas (tanda) pada permukaan yang ditutup (*masked*). Untuk menghilangkan bekas tersebut perlu dilakukan pengomponan.

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 18.7 Masking Tape

	Nama	Fungsi
A	Bahan anti lekat	Mencegah gulungan tape melekat
B	Backing	Material dasar dari tape (kertas dll)
C	Primer	Menyebarkan lekatan adhesive pada back adhesive tertinggal pad permukaan kerja
D	Adhesive	Menyebarkan lekatan

Catatan :

Pada bagian A (bahan anti lekat), *adhesif* dapat melekat tetapi jika ditarik tidak tertinggal pada permukaan tersebut. Bukan berarti tidak dapat dilekati sama sekali. Pada bagian C (primer) fungsinya untuk mempertahankan *adhesive* pada bagian B (*backing*) sehingga ketika dilepas/ditarik *adhesivenya* akan ikut tertarik dan tidak tertinggal pada permukaan kerja.

Klasifikasi masking tape menurut *backing*:

- a) Terbuat dari kertas : untuk mencegah overspray pada bodi dan melekatkan masking paper pada tempatnya. Lazim digunakan pada area umum. Meskipun terbuat dari kertas tetapi tetap harus tahan terhadap penetrasi solvent.
- b) Terbuat dari plastik : untuk aplikasi two-tone color dan border melingkar. (border adalah : area yang memisahkan bagian yang dicat dengan bagian yang tidak dicat).

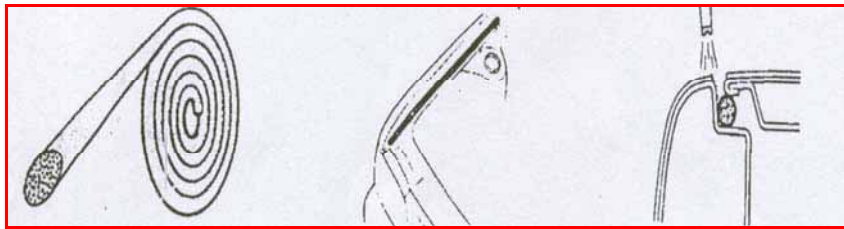
5) *Gap Tape*

Gap Tape adalah tipe *masking material* yang dirancang untuk mencegah penetrasi cat ke dalam celah pada *engine hood* atau pintu. Terbuat dari *urethane foam* dengan *adhesive*. *Gap tape* memudahkan proses *masking* pada area yang bercelah (*gap*).

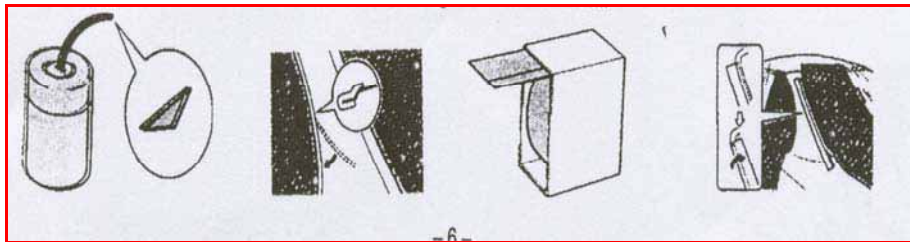
Bentuk yang bulat (*silinderal*), mencegah timbulnya *spray step* (semprotan bertangga) sehingga permukaan yang dicat mudah dipoles.

6) Masking untuk *weatherstrip*

Untuk menjamin separasi (perpisahan) dalam *masking* suatu jendela sangatlah sulit, karena *weatherstrip* atau moulding tetap menempel pada bodi kendaraan, cat akan melekat pada *weatherstrip*. Produk khusus dapat dimasukkan ke bawah *weatherstrip* untuk membuat celah di antara bodi dengan *weatherstrip*. Sebagai contoh dari produk ini adalah sebagai berikut :



Gambar 18.8. *Gap Tape*



Gambar 18.9. *Masking* untuk *weatherstrip*

Tugas:

Lakukan ke bengkel untuk memperoleh informasi mengenai cat bakar, cat metalik, cat solid, cat mutiara dan cat bunglon!



Proses Pengecatan

Pada bab ini akan diuraikan mengenai proses pengecatan yang dimulai dari persiapan permukaan sampai dengan *finishing*. Ada beberapa perbedaan proses pengecatan bila ditinjau dari bahan cat yang akan digunakan. Misalnya pengecatan untuk cat akhir (*top coat*) solid menggunakan cat dasar yang lebih gelap dari warna yang sama, cat akhir metalik harus menggunakan cat dasar silver, cat akhir *candy* harus menggunakan cat dasar silver, cat 'bunglon' (warna bisa berubah-ubah tergantung cahaya yang diterima bodi kendaraan) harus menggunakan cat dasar hitam dan lain sebagainya. Pada bahasan ini hanya akan dibahas proses pengecatan pada umumnya.

19.1 Persiapan Permukaan

Mempersiapkan permukaan yang akan dicat dengan baik akan menghasilkan kualitas pengecatan yang maksimal, karena pada umumnya kegagalan pengecatan dipengaruhi oleh persiapan permukaan yang buruk. Indikator dari permukaan yang baik dinilai dari kehalusan permukaan, kebersihan permukaan dari karat, lemak dan kotoran lainnya.

Persiapan permukaan dapat dilakukan dengan kimiawi misalnya dengan pengasaman (*pickling*) yaitu dengan pengolesan bodi kendaraan dengan zat asam, tetapi pengasaman ini sebatas untuk menghentikan serangan korosi pada logam. Setelah pengasaman komponen dicuci dan dikeringkan dengan cermat guna menghilangkan semua bahan kimia aktif dari celah-celah dan lubang-lubang, serta untuk menjamin agar cat dapat melekat erat pada logam. Cara lain adalah dengan dibersihkan dengan amplas dan dikombinasikan dengan semprotan air untuk membasuh semua debu, menghilangkan produk korosi, dan kotoran yang dapat larut dalam air. Untuk menghilangkan kotoran berupa karat dapat dilakukan dengan cara:

- a. Membersihkan permukaan metal yang akan diperbaiki dengan *multi thinner* dan dikeringkan.
- b. Amplas permukaan metal dengan amplas kering no. 80.

- c. Bersihkan permukaan dari debu amplas dengan *multi thinner* dan dikeringkan.

19.2 Aplikasi Dempul

Dempul digunakan untuk mengisi bagian yang tidak rata atau penyok dalam, membentuk suatu bentuk dan membuat permukaan halus. Terdapat beberapa tipe dempul, tergantung kedalaman penyok yang harus diisi dan material yang akan digunakan. Dempul terdapat tiga jenis yaitu (1) *polyester putty* (dempul plastik), pada umumnya mengandung *extender pigment* dan dapat membentuk lapisan (*coat*) yang tebal dan mudah mengamplasnya, tetapi menghasilkan tekstur kasar, (2) *epoxy putty*, digunakan untuk memperbaiki *resin part*, tetapi dalam hal kemampuan pengeringan, pembentukan, pengamplasan lebih buruk dari *polyester*, (3) *lacquer putty* digunakan untuk mengisi goresan, lubang kecil (*paint hole*) atau penyok kecil setelah *surfacer*.

Pengolesan dempul dilakukan setelah permukaan dibersihkan dari debu, lemak minyak, air dan kotoran lain. Selanjutnya mencampur dempul dengan 2 % *hardener* (untuk dempul tipe dua komponen). Kemudian mengulaskan tipis-tipis secara merata (maksimal 5 mm), dan kemudian dikeringkan pada udara biasa atau *di oven* dengan suhu 50⁰ C selama 10 menit. Setelah dempul kering kemudian diampas untuk mendapatkan permukaan yang rata dan halus.

Secara rinci ikuti langkah-langkah berikut :

- b) Oleskan dempul yang telah dicampur *hardener* untuk mengisi bagian-bagian yang tidak rata. Biarkan kering di udara selama 30 menit atau dikeringkan dengan lampu *infra merah* pada suhu ± 50 ° C selama 10 menit.
- c) Ampas permukaan *putty* dengan amplas kering no. 80 dilanjutkan dengan no. 180 dan no. 280 atau amplas basah no. 240 dilanjutkan dengan no. 320 dan no. 400.
- d) Bersihkan permukaan dari debu amplas dengan *multi thinner* dan dikeringkan.

19.3 Pengamplasan

Setelah dempul dioleskan dan dikeringkan, bagian-bagian yang menonjol dapat diampas secara manual dengan blok tangan atau secara mekanis dengan *sander*. Langkah-langkah pengamplasan dapat dirinci sebagai berikut:

Teknik Bodi Otomotif

- a. Tempelkan selembar amplas #80 pada *sander*, dan gosoklah seluruh area dengan menggerakkan *sander* dari depan ke belakang, dan dari samping ke samping, serta semua arah diagonal.
- b. Tempelkan lembaran amplas #120 pada blok tangan, gosoklah permukaan dengan hati-hati, sambil menguji permukaan dengan sentuhan.
- c. Tempelkan lembaran amplas #200 pada blok tangan. Pada tahap ini kita dapat mengamplas sedikit keluar area pendempulan untuk meratakan permukaan lengkungan dan area sekitarnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengamplasan:

- Pekerjaan mengamplas dapat dimulai setelah reaksi pengeringan dempul berakhir. Apabila dempul diamplas sebelum dingin sempurna, maka kemungkinan akan terjadi pengerutan.
- Untuk mencegah goresan yang dalam di sekitar cat, usahakan pekerjaan pengamplasan hanya di bagian yang ditutup dempul.
- Jangan mengamplas keseluruhan area sekaligus, tetapi dengan hati-hati sambil memeriksa kerataan permukaan sebelum pengamplasan dilanjutkan.

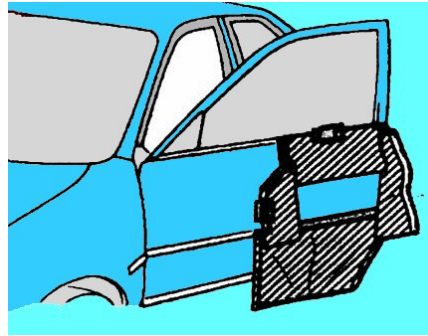
19.4 Posedur Masking

Prosedur masking dapat diklasifikasikan menurut area lapisan (coat) dan tipe dari metode pengecatan yang dijelaskan sebagai berikut :

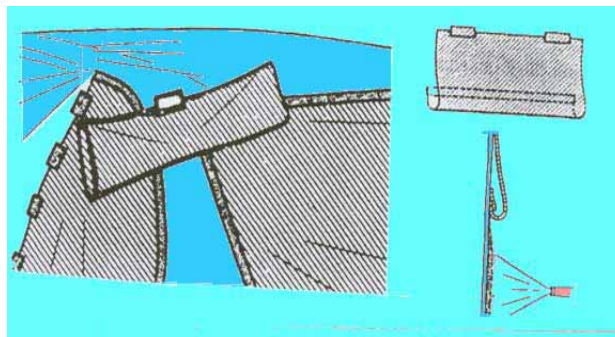
a. Masking untuk Aplikasi Surfacer

Karena aplikasi *surfacer* menggunakan tekanan udara yang lebih rendah dari pada yang untuk *top coat* (untuk memperkecil *over spray*), maka proses masking untuk pekerjaan permukaan dapat disederhanakan. Metode masking terbalik (*reverse masking*) biasanya digunakan untuk mencegah timbulnya semprotan berganda (*spray step*).

Reserve masking adalah suatu metode dimana *masking paper* diaplikasikan dengan membalik luar-dalam, sehingga suatu lapisan (coat) tipis dari kabut cat akan melekat disepanjang bordir. Metode ini digunakan untuk memperkecil timbulnya tangga (*step*) dan membuat *border* tidak kentara (tidak kelihatan). Dalam bekerja disuatu area kecil, misalnya *spot repainting*, *border* dapat dibuat (ditetapkan) disuatu bodi panel tertentu

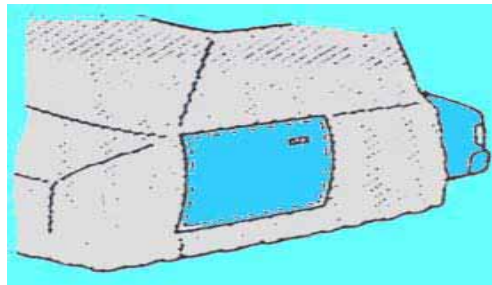


Gambar 19.1 *Spot Repainting*



Gambar 19.2 Spot Repainting *Reverse masking*

b. Masking untuk Block Repainting

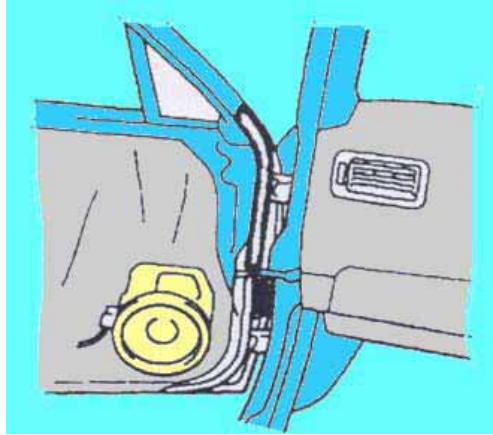


Gambar 19.3 Masking pintu

Untuk *masking block repainting*, panel seperti misalnya *fender* atau *door* (pintu) harus dimasking sendiri-sendiri. Untuk lubang-lubang yang ada pada panel tersebut (misalnya lubang untuk *trim pieces*, atau *gap* diantara panel) harus ditutup untuk mencegah kabut cat masuk kedalam area tersebut. Apabila terlalu sulit untuk menutup lubang, maka lubang

Teknik Bodi Otomotif

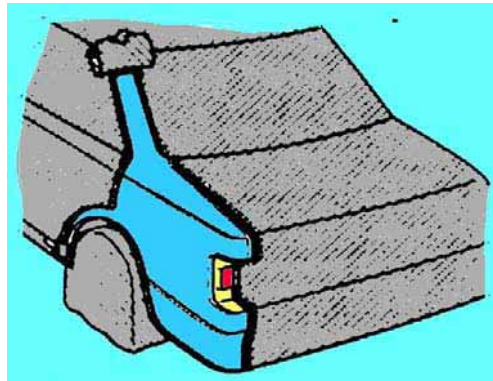
tersebut dapat ditutup dari dalam, sehingga dapat mencegah melekatnya kabut cat pada bagian dalam bodi kendaraan.



Gambar 19.4 Masking Blok Repainting

c. Masking untuk Shading atau Spot Repainting

Dalam pengecatan ulang suatu panel tanpa border, maka perlu digunakan shading pada panel tersebut. Untuk memastikan bahwa semprotan cat tidak menimbulkan tangga semprotan, maka area harus dimasking dengan menggunakan teknik *reverse masking* (masking terbalik).

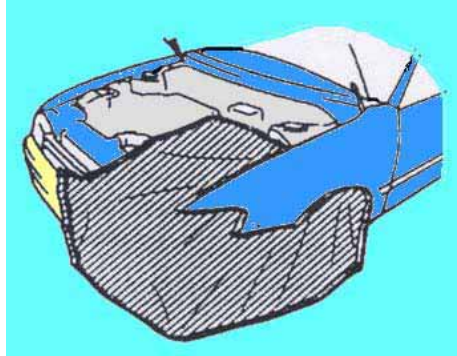


Gambar 19.5 Masking quarter panel

1) Masking ujung

Untuk pengecatan ulang ujung suatu fender, maka area harus di cat dengan *spot repainting* hanya melibatkan paint area yang lebih

kecil daripada *blok repainting*, maka masking hanya dilakukan dibagian ujung *fender* saja.



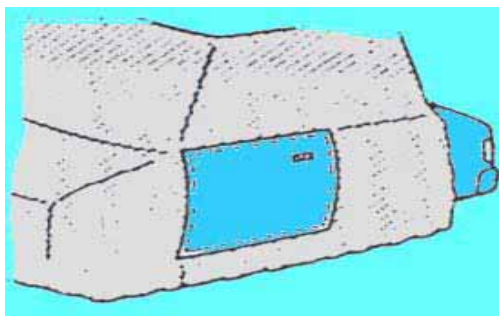
Gambar 19.6 Masking Ujung Kendaraan

Memilih Border dan Metode Masking

Area yang memisahkan bidang yang dicat dengan bidang yang tidak dilakukan pengecatan disebut border (batas). Dalam melakukan masking perlu sekali diperhatikan batasan-batasan yang akan dimasking. Batas masking tersebut dapat didasarkan dari besarnya area perbaikan dan kondisi cat yang lama. Hal ini untuk menghindari terjadinya border yang nampak jelas. Border yang baik tidak akan terlihat sama sekali oleh penglihatan kita. Sebaliknya border yang salah akan nampak jelas batas antara cat yang baru dan cat yang lama. Berikut ini klasifikasi border :

- a. Border Pada Gap diantara panel-panel

Untuk *blok repaint* suatu panel luar yang terpasang dengan baut, maka perbatasan panel harus di masking dengan menggunakan border pada gap diantara panel-panel tersebut.

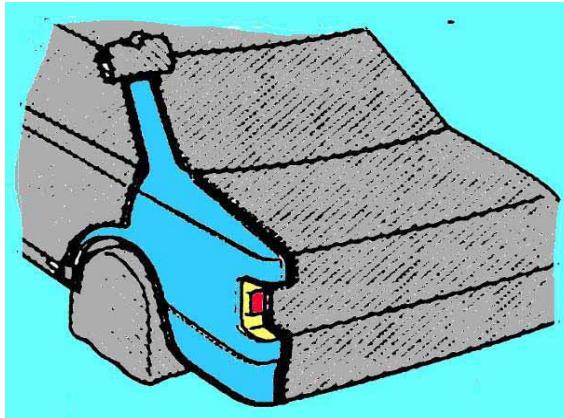


Gambar 19.7 Border pada gap diantara panel-panel

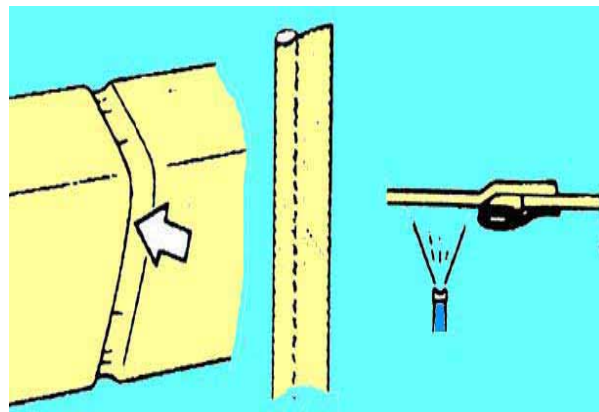
Teknik Bodi Otomotif

b. Border pada body sealer (Sambungan Panel)

Quarter panel atau tipe panel las lainnya, ada kemungkinan tidak memiliki gap yang memisahkannya dari perbatasan panel. Inilah salah satunya, yaitu area yang menghubungkan lower back panel dan rocker panel, biasanya menggunakan body sealer, sehingga bagian body sealer ini dapat digunakan sebagai border. Masking tape dapat dilipat ke dalam lebarnya body sealer, untuk membuat step pada border menjadi kurang kentara.



Gambar 22.8. Border pada body sealer

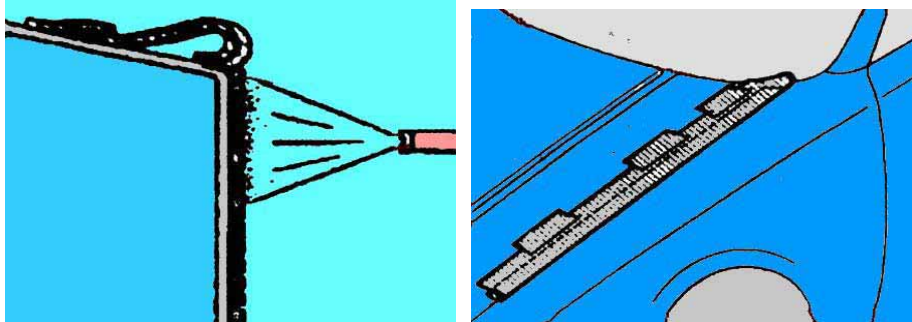


Gambar 19.9 Masking tape pada lebar body sealer

c. Border pada Puncak dari suatu Garis Karakter

Metode ini digunakan hanya untuk repainting suatu bagian dari panel tanpa memperlebar area yang tidak perlu dicat. Hal ini biasanya diperoleh dengan *reverse masking*, yang membuat step pada order

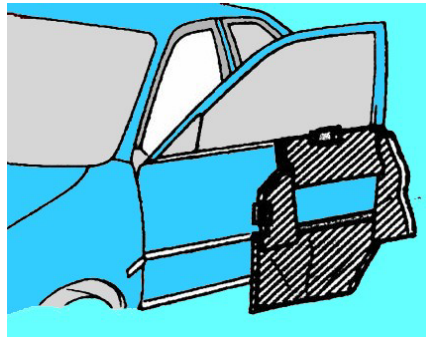
menjadi tidak kentara. Lakukan *reverse masking* dengan cermat disepanjang garis karakter.



Gambar 19.10 Border pada garis karakter

d. Border pada Bagian Yang Rata

Apabila mengerjakan area yang kecil, misalnya dalam spot repainting, border dapat dibuat didalam panel itu sendiri, dengan *reverse masking*.



Gambar 19.11 Border pada bagian yang rata

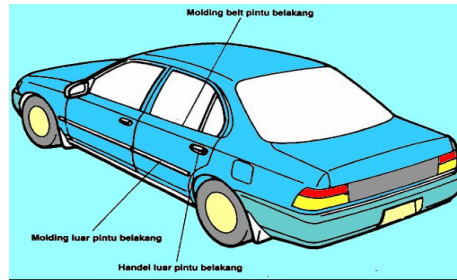
Contoh Masking

Proses kerja dan metode masking tergantung pada area yang akan dicat ulang dan tipe pengecatannya. Oleh karena itu tidak menutup kemungkinan ada banyak metode masking menurut area dan tipe pengecatan tersebut.

- Masking untuk repainting pintu belakang

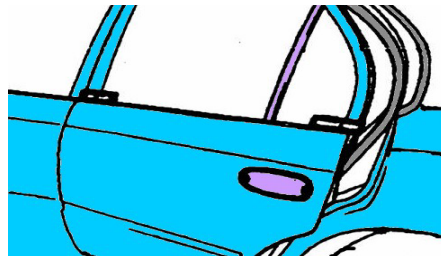
Bagian yang harus dilepas antara lain : Molding belt pintu belakang, Molding luar pintu belakang dan handel luar pintu belakang.

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 19.12 Bagian Kendaraan yg perlu masking khusus/dilepas

Buka pintu belakang dan pasang masking tape, sebagai border bagi rangka pintu (door sash).

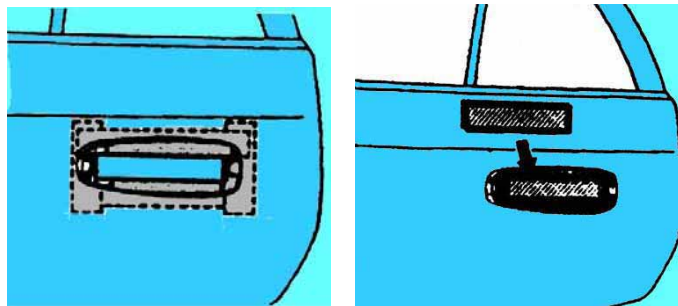


Gambar 19.13 Border Masking pada rangka pintu belakang

Ada dua cara masking untuk repainting pintu belakang :

Masking dari luar pintu

- Mulailah masking dari tepi lubang

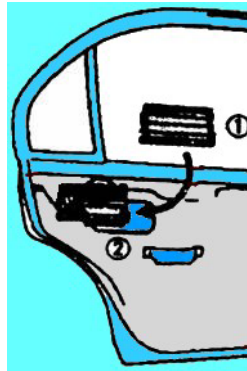


Gambar 19.14 Masking pada handel luar pintu belakang

- Kemudian, tutuplah pertengahan lubang. Pada saat menutup bagian tengah, jangan menekan masking terlalu kuat, apabila terlalu kuat menekan maka masking tape dapat terkupas.

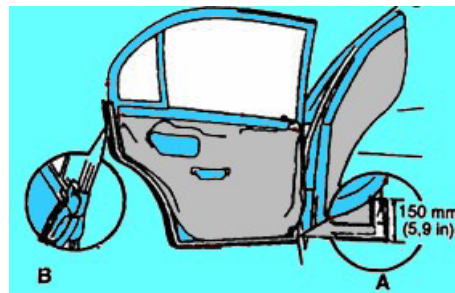
Masking dari dalam pintu.

- Susunlah bersama beberapa masking tape yang pendek yang cukup besar untuk menutup lubang pemasangan handle pintu luar.
- Dari dalam, tempelkan masking tape untuk menutup lubang yang digunakan untuk memasang handle pintu luar.



Gambar 19.15 Masking handel pintu belakang dari dalam

Tempelkan masking tape sedemikian rupa, sehingga tape melewati bagian lipatan dari pintu. Seperti pada gambar A, tempelkan kira-kira panjang ekstra tape 150 mm (5,9 inc) pada bagian bawah depan pintu belakang. Untuk bagian atas belakang, tempelkan tape pada seluruh rangka seperti yang terlihat pada gambar B. sedapat mungkin, hindari timbulnya kerutan masking tape.

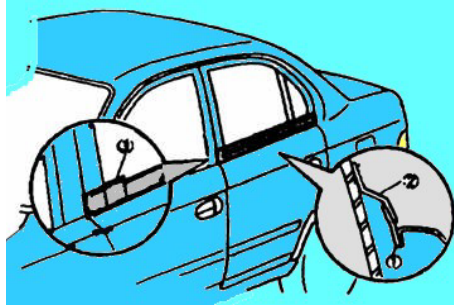


Gambar 19.15 Masking bagian lipatan dalam pintu belakang

- Tempelkan masking tape pada sisi pintu atas, dan biarkan panjangnya berlebihan.
- Menggunakan masking tape yang lain, tambahkan masking tape untuk memperlebar bagian tape.

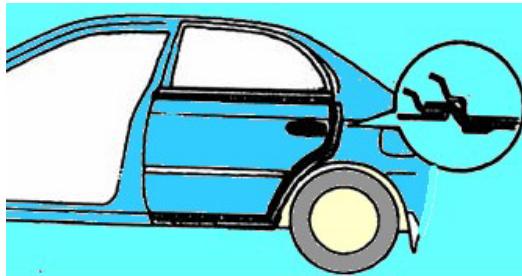
Teknik Bodi Otomotif

- Menggunakan masking tape lain, tekan tape yang diangkat dari rangka pintu (door sash).



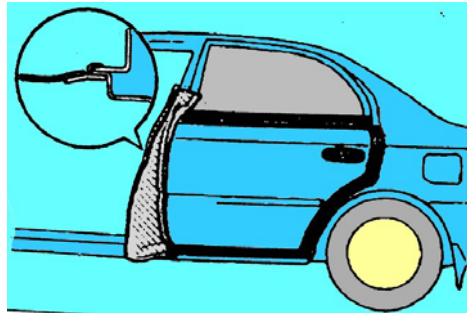
Gambar 19.16 Masking area belt molding

Tutuplah pintu belakang, dan gunakan masking tape lain untuk menekan bagian perpanjangan tape yang ditempelkan seperti step terakhir diatas. Pastikan tidak adanya tape yang macet pada tepi pintu.



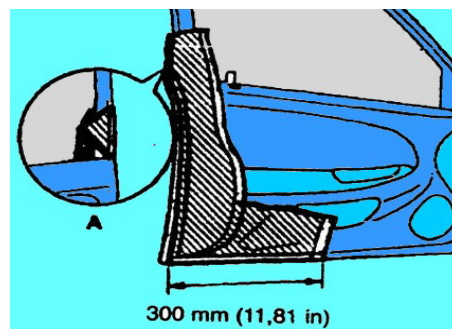
Gambar 19.17 Masking bagian luar pintu belakang

Bukalah pintu depan, dan tempelkan masking tape pada border yang ditetapkan, disepanjang lembah dari flange depan (gambar A) dari pintu belakang. Demikian pula, untuk bagian bawah flange, panjangkan masking paper sehingga mencapai tape yang telah ditempelkan dari bagian dalam tersebut diatas, dalam step "3", gambar A. Untuk sisi atas, bungkuskan masking paper disekelilingnya, sehingga menutup rangka pintu (door sash). Masking paper harus mempunyai lebar yang cukup untuk menutup center pillar.



Gambar 19.18 asking area flange bagian depan pintu belakang

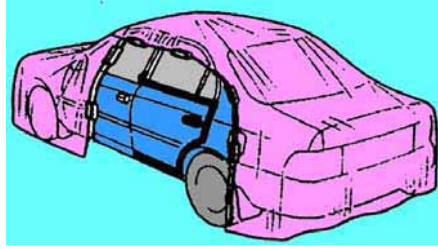
Menggunakan masking tape, tempelkan masking paper sedemikian rupa sehingga melewati tepi belakang pintu depan. Panjangkan ujung atas masking paper secukupnya saja pada rangka pintu, dan ujung bawah pada perpanjangan kira-kira 300 mm (11,81 inc) dari ujung belakang pintu depan. Untuk bagian rangka, bungkuslah masking paper kearah luar, seperti pada gambar A. Akhirnya, tutuplah pintu. Masking paper harus cukup lebar untuk menutup weatherstrip depan. Pada saat menutup pintu depan, lakukanlah secara perlahan-lahan agar masking tape tidak terkupas.



Gambar 19.19 Masking bagian dalam pintu depan

Menggunakan vinyl sheet, tutuplah setengah bagian depan kendaraan, atap (roof) dan bagasi. Vinyl sheet harus dijauhkan kira-kira 200 mm (7,87 Inc) dari pintu belakang. Demikian pula, pastikanlah agar vinyl sheet tidak mencapai lantai. Tutuplah sisi kendaraan yang berlawanan dari yang akan dicat (dalam gambar adalah bagian kanan kendaraan) sampai kira-kira setengah tinggi kendaraan. Pastikanlah bahwa vinyl sheet tidak kusut.

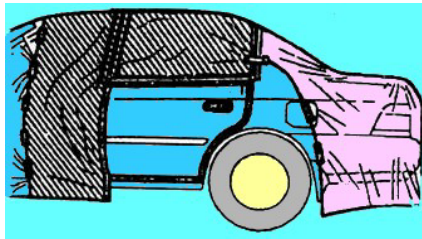
Teknik Bodi Otomotif



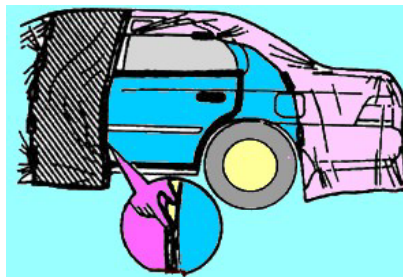
Gambar 19.20 Pemasangan vinyl sheet

Tempelkan masking paper pada sisi belakang pintu depan. Masking paper harus sepanjang rocker panel sampai roof (atap). Pastikan bahwa masking paper tidak kusut.

Bungkuslah bagian tepi belakang pintu depan. Pada saat melakukannya, gunakan jari anda untuk menempelkan masking tape disekitar tepian.

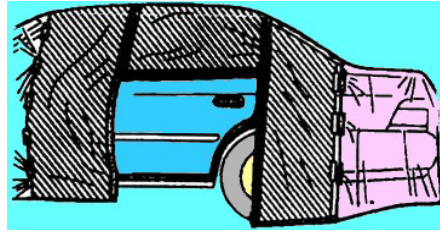


Gambar 19.21 Masking tepi belakang pintu depan



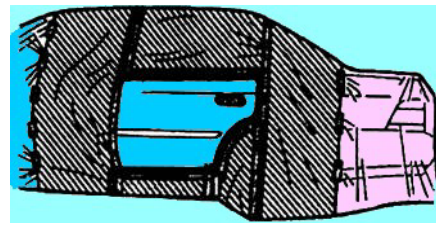
Gambar 19.22 Masking kaca pintu belakang.

Tempelkan masking paper pada quarter panel. Bentangkan ujung atas masking paper hingga kaca belakang, dan ujung bawah hampir mencapai lantai.



Gambar 19.23 Masking quarter panel kendaraan

Bungkuslah bagian depan quarter wheel housing. Tempelkan masking paper pada masking tape yang diaplikasikan dalam step “3”.



Gambar 19.24 Masking rumah roda (*wheel housing*) dan roda

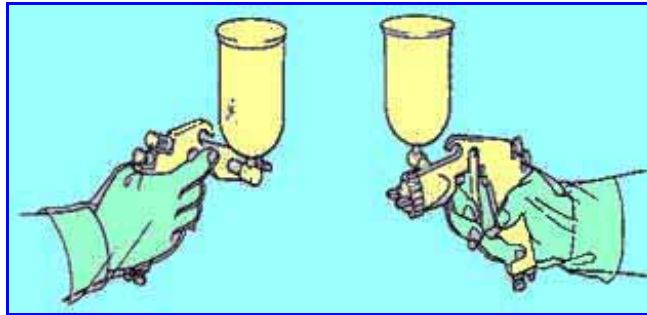
Masking rocker panel tersebut diatas adalah langkah masking terakhir. Setelah itu dapat dilakukan pengecatan kecil (*spot repainting*) pada pintu belakang. Langkah masking sebagaimana tersebut diatas urutannya tidak selalu harus demikian. Bisa dilakukan menurut kreatifitas siswa.

19.5 Pengoperasian Spraygun

a. Menggunakan *Spraygun*

Agar dapat mengecat dengan mantap tanpa menjadi lelah, harus dijaga sikap relaks tanpa memegang bahu, pundak atau lengan yang menahan *spraygun*. Biasanya *spraygun* ditahan dengan ibu jari, telunjuk dan kelingking, sedangkan trigger ditarik dengan jari tengah dan jari manis.

Teknik Bodi Otomotif



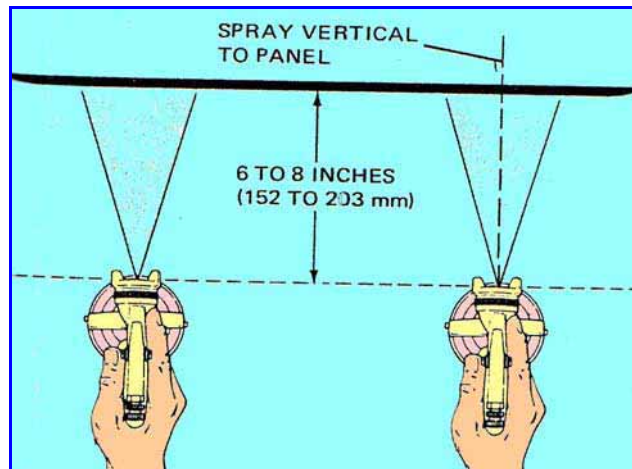
Gambar 19. 25 Menggerakkan *Spraygun*

Agar dapat mengecat dengan mantap tanpa menjadi lelah, harus dijaga sikap rileks tanpa memegang bahu, pundak atau lengan yang menahan *spraygun*. Biasanya *spraygun* ditahan dengan ibu jari, telunjuk dan kelingking, sedangkan trigger ditarik dengan jari tengah dan jari manis.

b. Menggerakkan *Spraygun*

Ada empat hal penting dalam menggerakkan *spraygun*, yaitu: (1) jarak *spraygun*, (2) sudut *spraygun*, (3) kecepatan langkah ayun, (4) pola tumpang-tindihnya/ *Overlapping*.

a. Jarak Pengecatan



Gambar 19.26 Jarak yang sesuai

Jarak pengecatan atau jarak antara *spraygun* dan area yang dicat untuk masing-masing cat berbeda, tergantung dari proses dan obyek yang akan dicat. Bila terlalu dekat akan mengakibatkan cat

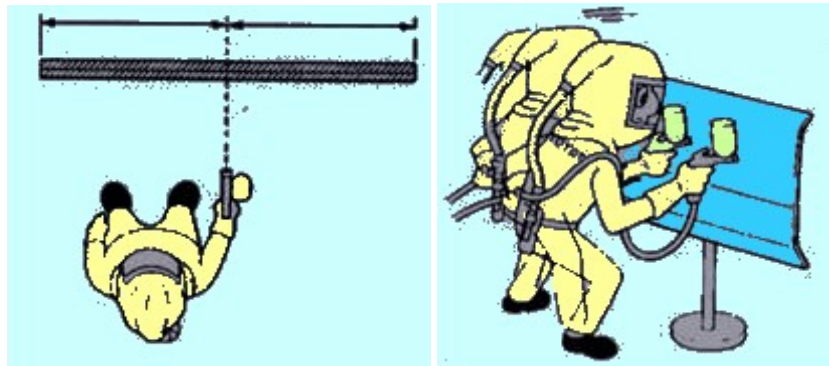
meleleh dan bila terjadi pada cat metalik akan menimbulkan belang-belang yang diakibatkan oleh partikel metalik yang mengumpul. Bila jaraknya terlalu jauh mengakibatkan permukaan menjadi kasar. Untuk jarak penyemprotan yang tidak teratur akan mengakibatkan hasil pengecatan yang belang-belang dan tidak mengkilap. Jarak *spraygun* secara umum 15-20 cm, untuk jenis acrylic lacquer : 10-20 cm dan enamel: 15 – 25 cm.



Gambar 19.27 Jarak pengecatan

b. Sudut *Spraygun*

Dalam melakukan penyemprotan cat, posisi badan harus diposisikan sejajar dengan benda kerja serta mengikuti dari bentuk benda kerja, mendatar atau melengkung. Arah penyemprotan membentuk sudut 90° dari bidang kerja. Untuk menghindari kelelahan dalam bekerja, pengecatan dilakukan dari atas ke bawah, bukan dari bawah ke atas.

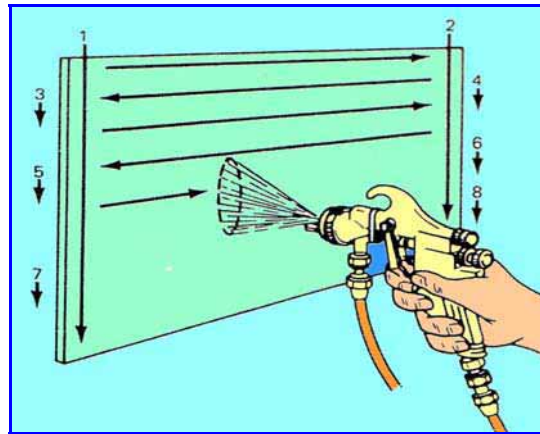


Gambar 19.28 Posisi penyemprotan

Teknik Bodi Otomotif

c. Kecepatan Pengecatan

Kecepatan gerak alat semprot hendaknya stabil, baik dengan arah horizontal maupun vertikal. Jika terlalu lambat, cat akan meleleh, bila terlalu cepat maka hasil pengecatan kurang rata. Jika kecepatannya kurang stabil maka akan diperoleh hasil pengecatan yang tidak rata dan kurang mengkilap. Kecepatan gerak *spraygun* harus konstan, yang dianjurkan kira-kira 12 feet/detik.



Gambar 19.29 Kecepatan konstan

d. Pola Tumpang Tindih (*Overlapping*)

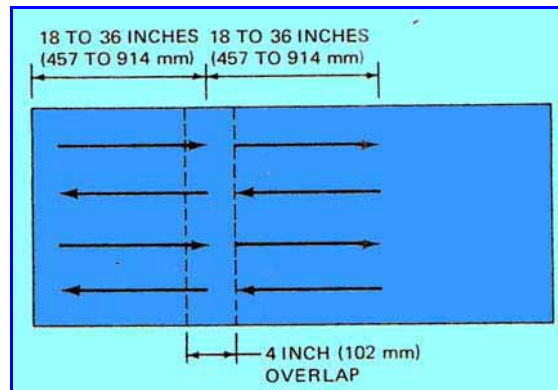
Overlapping adalah suatu teknik pengecatan pada permukaan benda kerja, sehingga penyemprotan yang pertama dan berikutnya akan menyambung.

Tujuannya adalah :

- Menghindarkan terjadinya tipis
- Menghindarkan adanya perbedaan warna
- Untuk mendapatkan ketebalan lapisan cat yang merata
- Mencegah tidak adanya cat pada lapisan pertama dan berikutnya.

1) *Overlapping* pada bidang vertikal

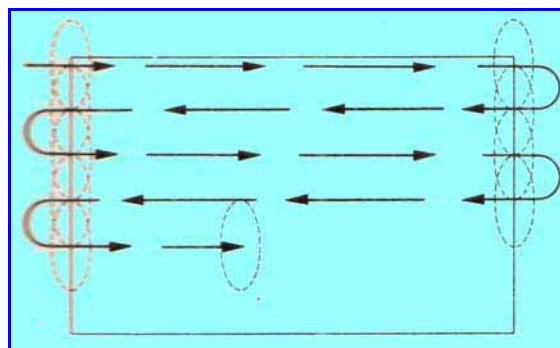
Pada umumnya dilakukan oleh seorang operator secara berkesinambungan.



Gambar 19.30 *Over lapping*

2) *Overlapping* pada bidang horizontal

Dikerjakan oleh dua orang operator secara berpasangan. Operator A lebih dahulu menyemprot benda kerja, kemudian diikuti oleh operator B

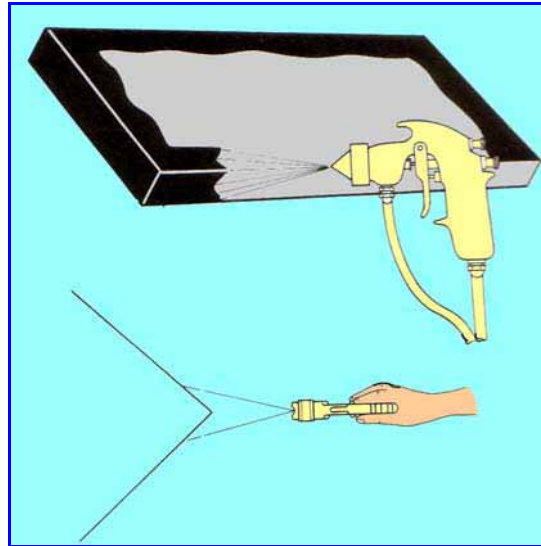


Gambar 21.31 *Over lapping*

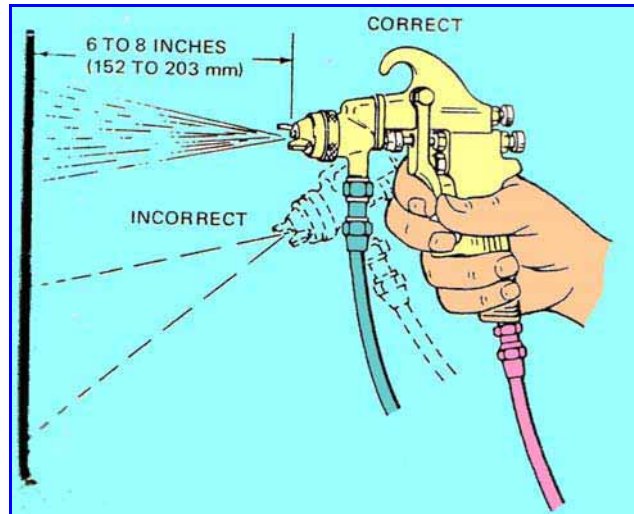
3) *Overlapping* pada bidang permukaan sambungan

Penyemprotan pada bidang perpotongan (misal fender, pintu, dsb) perlu diperhatikan pada waktu mulai menyemprot dan berikutnya tidak boleh tepat pada garis perpotongan dan posisi *spraygun* harus benar-benar tegak lurus. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya tipis dan meleleh.

Teknik Bodi Otomotif



Gambar 19.32 pengecatan sudut



Gambar 19.33 over lapping pada sambungan

19.6 Pengecatan Akhir

Cat akhir merupakan cat yang memberikan perlindungan permukaan sekaligus untuk menciptakan keindahan dalam penampilan corak/ performance kendaraan. Oleh karena itu pengecatan akhir harus hati-hati, sehingga dapat diperoleh hasil yang maksimal dan melapisi

permukaan sesuai dengan umur yang dikehendaki jika dilakukan pada kondisi udara yang tepat.

Pengecatan untuk warna *solid*

- a. Semprotkan 3-5 lapis *top coat solid* yang sudah diencerkan dengan selang waktu antara lapisan 2-5 menit.
- b. Biarkan kering di udara selama 30 menit atau dengan pengeringan menggunakan *sinar infra merah* pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit.
- c. Pemolesan dapat dilakukan selama 6 jam

Pengecatan untuk warna *Metalic*

- a. Semprotkan 3 lapis *top coat metalic* yang sudah diencerkan dengan selang waktu antara lapisan 3-5 menit.
- b. Biarkan kering diudara selama 15 menit atau dengan pengeringan menggunakan *sinar infra merah* pada suhu $\pm 55^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit.
- c. Bersihkan permukaan *top coat* dengan kain lap penarik debu.
- d. Semprotkan 2-3 lapis *clear* atau *gloss* yang telah dicampur *hardener* dengan selang waktu antara lapisan 3-5 menit. Biarkan kering selama 1 jam.
- e. Pemolesan dapat dilakukan selama 6 jam.

Proses pengecatan dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Pengecatan Oven.

Merupakan suatu proses pengecatan di dalam ruangan khusus (tertutup) dengan pengeringan suhu kurang lebih 80°C .

- b. Pengecatan Non oven (suhu udara luar)

Merupakan suatu proses pengecatan di dalam ruangan biasa (tidak tertutup) dengan pengeringan dalam suhu udara luar $\pm 25^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{C}$.

Teknik Bodi Otomotif

Berdasarkan jenis cat proses pengecatan, dapat digolongkan menjadi beberapa macam yaitu:

a. Cat Bakar (*Heat Polymerization*)

Tipe ini adalah cat tipe satu komponen, mengeras apabila dipanaskan pada temperatur tinggi kira-kira 140°C (248°F). Tipe ini banyak digunakan dipabrik perakitan otomotif, tetapi jarang digunakan dalam pekerjaan *repainting*, karena memerlukan *baking equipment* temperatur tinggi dan melepas atau melindungi komponen plastik dan lain-lain. Tipe-tipe cat bakar ini antara lain:

1) Thermosetting Animo Alkyd

Tipe ini mengandung *alkyd* dan *melamine resin* dan sebagai komponen utama, digunakan untuk warna solid. Cat ini memberikan kemauan *coating* yang sangat baik, termasuk kilap, keras, membangun dan ketahanan *solvent*.

2) Thermosetting Acrylic

Tipe ini mengandung *acrylic* dan *melamine resin* sebagai sebagai komponen utama cat tipe ini terutama digunakan warna metallic yang memerlukan tembus pandang tingkat tinggi. Cat ini memberikan kemampuan *coating* yang superior sebagaimana cat *thermosetting animo alkyd*.

b. Cat Two Component (Tipe Urathane)

Cat ini disebut *urethane* karena alkohol (OH) yang terkandung dalam komponen utama dan *isocyanate* yang terkandung dalam *hardener* reaksi reaksi membentuk struktur hubungan menyilang (*cross linking*) yang disebut tingkatan *uretane*. Cat ini mempunyai kemampuan *coating* yang sangat baik, termasuk ketahan kilap, cuaca, *solvent*, serta tekstur yang halus, tetapi zat ini mengeringnya lambat dan dan memerlukan *drying equipment* untuk mengeringkan dengan benar.

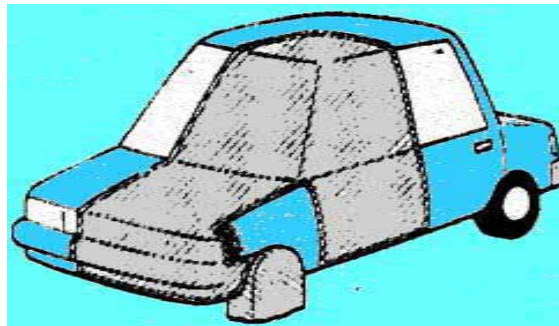
c. Cat Solvent Evaporation (Lacquer)

Cat tipe *one* komponen ini biasa dikenal sebagai *lacquer*. Meskipun mengering dengan cepat sehingga mudah penangannya karena tidak sekuat cat-cat *two component* yang kini banyak digunakan.

19.7 Spot Repainting

Spot repainting termasuk dalam pengecatan ulang kendaraan (*repainting*). Pengecatan ulang sendiri adalah mengaplikasikan cat untuk melindungi atau memperbaiki cat yang sudah digunakan sebelumnya (cat original) dan untuk melindungi serta memperbaiki penampilan kendaraan. Pengecatan ulang dilakukan karena cat warna (*top coat*) pada kendaraan sudah mengalami kerusakan, baik karena sudah kusam/tidak mengkilap lagi maupun rusak akibat benturan.

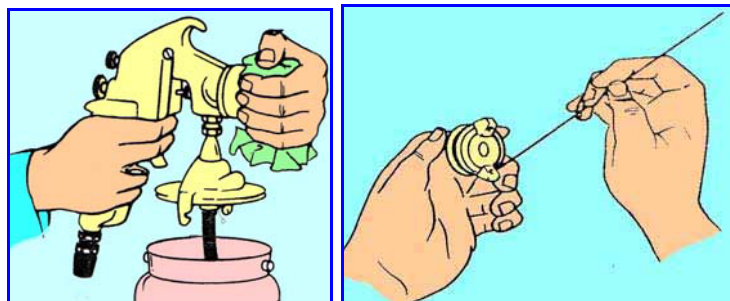
Pengecatan ulang kecil dilakukan untuk memperbaiki kerusakan yang agak kecil di daerah fender atau pintu. Hal yang perlu diperhatikan di sini adalah warna cat serta penampilannya jangan sampai berbeda dengan cat original di sebelahnya.



Gambar 19.34 Spot Repainting

19.8 Membersihkan *Spraygun*

Supaya lubang-lubang kecil didalam *spraygun* tidak tersumbat oleh cat yang mengering, setiap kali setelah selesai dipergunakan harus selalu dibersihkan dengan cara dikuras menggunakan *thinner* pencuci, apabila ada cat yang mengering pada lubang dibersihkan dengan kawat rambut yang sesuai dengan lubangnya.



Gambar 19.35 Membersihkan *spraygun*

Teknik Bodi Otomotif

19.9 Pengkilapan dan Pemolesan

a. Pengertian Pemolesan (*polishing*)


Istilah *polishing* dalam pengecatan adalah pekerjaan menghaluskan permukaan cat setelah melakukan pengecatan. Hasil dari pengecatan masih banyak terkandung debu dan kemungkinan ketebalan yang tidak rata. Untuk melakukan pemolesan, bisa dilakukan dengan bantuan amplas halus terlebih dahulu (jika permukaan terlalu kasar) atau langsung dengan *compound* saja (jika permukaan sudah halus). Cara memoles bisa menggunakan tangan manual, atau lebih baik menggunakan alat pemoles yang akan menghasilkan alur yang stabil.



Selain itu pemolesan juga bisa dilakukan pada pengecatan ulang, misal pada *fender* sebagai akibat adanya gangguan pada cat lama. Dengan *polishing* diharapkan permukaan yang dicat ulang akan menjadi tampak seperti permukaan asli, yaitu yang tidak dicat. Dibandingkan dengan permukaan asli, permukaan yang dicat kembali mungkin saja berbeda dalam hal kilapan atau teksturnya. Tergantung pada kondisi dimana pekerjaan dilakukan, cacat misalnya bintik (*seeds*) atau meleleh (*runs*) dapat pula terjadi. Demikian pula tergantung pada teknik pengecatan yang digunakan, permukaan yang dicat dapat terlihat tidak rata. Oleh sebab itu apabila ada perbedaan diantara permukaan yang dicat kembali dengan permukaan aslinya, maka permukaan yang dicat kembali harus digosok (*sanded*) sehingga akan membentuk suatu sambungan yang kontinyu dengan permukaan yang tidak dicat kembali. Proses inilah yang disebut *polishing*.

b. Mekanisme Pemolesan

Apabila tekstur dari permukaan yang dicat terdapat tonjolan (tekstur kasar-kasar atau bintik yang tampak setelah pengecatan dan pengeringan) pada permukaan yang dicat harus dihilangkan untuk mendapatkan permukaan yang mirip dengan asli coat.

Tipe permukaan yang memerlukan *polishing* :

1	Perbedaan tekstur diantara permukaan yang dicat kembali pada permukaan aslinya.  Bagian yang dicat kembali Bagian asli
---	---

2	Timbul bintik pada permukaan cat karena menempelnya debu dan kotoran 
	Cat Meleleh 
4	Sedikit buram karena penguapan solvent atau thinner selama proses pengeringan (drying) setelah shanding

Pertanyaan:

1. Apakah yang dimaksud dengan spot repainting? Bagaimanakah melakukan masking pada bodi kendaraan yang akan dilakukan spot repainting?
2. Hal-hal apa saja yang menjadi dasar dalam prinsip-prinsip pengoperasian spraygun? Berikan penjelasan!
3. Dalam melakukan pengecatan, hasil akhir kadang tidak sesuai dengan harapan karena adanya cacat. Sebutkan cacat yang sering terjadi, dan bagaimana memperbaikinya!

Daftar Pustaka

- A. Robinson. (1973). ***The Repair of Vehicle Bodies***. London: Heinemann Educational Books Ltd
- A.G. Deroche and Hildebrand. (tth). ***The Principle of Auto Body Repairing and Repainting***. New Jersey: Prentice-Hall Inc
- Alexandrou, Andreas. (2001). ***Principles of Fluid Mechanics***. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Anderson, John D., Jr. (1986). ***Fundamentals of Aerodynamics***. New York:McGraw Hill.
- Anglin, Donald L. (1980). ***Automobiles Bodies Maintenance and Repair***. USA: Mc Graw-Hill
- Anonim. (1988). ***Welding of Stainless Steels and Other Joining Methods : A Designer Handbook Series No. 9 002***. USA : The Nickel Development Institute.
- Crouse, William Harry. (1980). ***Automotive Body Repair and Refinishing***. USA: Mc Graw-Hill
- Eka Yogaswara dan H. Rikam. (2006). ***Menggunakan Perkakas Tangan Bertenaga/ Operasi Digenggam***. Bandung: Armico
- <http://www.stanford.edu/group/prl/documents/html/OAweld.htm> download 29 Oktober 2007
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Sandpaper.htm>
- <http://news.thomasnet.com/news/1184/20>
- http://uniweld.com/catalog/oxycetylene/patriot/welding_brazing/k23c-t.htm
- <http://www.europa-lehrmittel.de/4dcgi/page?responsePage>
- <http://www.abrasivematerials.saint-gobain.com/Data/Element/Node/Market/>
- <http://www.abrasiveproducts.com.au/>
- <http://www.achprivets.com/solid-rivets>
- <http://www.advantagefabricatedmetals.com/welding.html>
- http://www.alcoa.com/fastening_systems/aerospace/en/home.asp
- http://www.americanbeautytools.com/soldering_tool
- http://www.autobodyonline.com/products/product_guide.cfm

<http://www.cfi1.com/anchor-bolts.htm> download 22 Oktober 2007

http://www.donmet.com.ua/eng/cutting_2.php

<http://www.emhart.com/products/pop.asp>

<http://www.engineershandbook.com/MfgMethods/fastening&joining.htm>
download 22 Oktober 2007

http://www.esabna.com/EUWeb/MIG_handbook/592mig1_1.htm

<http://www.gison.com.tw/product/waterfed-tools.htm>

<http://www.hand-tools-manufacturers.com/engineering-tools.html>

<http://www.huck.com/marsoncorp/Types.htm> (blind rivets)

http://www.inductionatmospheres.com/brazing_overview.html download
22 Oktober 2007

<http://www.justoffbase.co.uk/Tool-Shop/Oxy-Acetylene-Welding-Cutting> 6
November 2007

<http://www.key-to-metals.com/Article136.htm> download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/what_brazing_about.html download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/when_think_braze.html download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/principles_joint_design.html download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/6_basic_steps_braze.html download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/materials_comp_chart.html download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/handy_flux_temp_chart.html download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/6_safety_braze_tips.html download 22 Oktober 2007

http://www.lucasmilhaupt.com/htmldocs/brazing_support/everything_about_brazing/pickling_solutions_chart.html download 22 Oktober 2007

<http://www.millerwelds.com/education/articles/article105.html>

<http://www.millerwelds.com/education/dictionary.html>

<http://www.millerwelds.com/resources/improving-your-skills/stick/>

http://www.norstate.com/arc_fund.html download 28 September 2007

<http://www.norstate.com/proguide.html>

http://www.otua.org/publication_case-study-welding-method.htm

http://www.otua.org/publication_case-study-welding-processes.htm

download 22 Oktober 2007

<http://www.weldingengineer.com/>

Hucho, Wolf-Heinrich. (1987). ***Aerodynamics of Road Vehicles***. 1st ed.
London: Butterworths.

I Nyoman Sutantra. (2001). ***Teknologi Otomotif: Teori dan Aplikasinya***.
Surabaya: Guna Widya

Sutantra, I Nyoman. (2001). ***Teknologi Otomotif***. Surabaya: Penerbit Guna
Widya.

Team Toyota. (1995). ***NEW STEP 1: Training Manual***. Jakarta: Toyota
Astra Motor PT

Team Toyota. (1995). ***Pedoman Pengecatan: Training Manual***. Jakarta:
Toyota Astra Motor PT

Team Toyota. (1995). ***TOYOTA STEP 2: Materi Pelajaran Chassis Group***.
Jakarta: Toyota Astra Motor PT

Wong, Jo Yung. (1978). ***Theory of Ground Vehicles***. New York: John Wiley
& Sons, Inc.

Glossarium

- abrasive* – bahan yang digunakan untuk memotong, menggrenda atau memoles logam
- acetone* – (aseton) cairan yang berwarna bening untuk mencairkan resin yang akan dibuat menjadi komponen fiberglass.
- acrylic* – bahan kimia jernih yang digunakan pada cat semprot dan memberi pengaruh mengkilap
- adhesive* – bahan perekat (lem)
- aki* – sumber listrik yang digunakan pada kendaraan untuk berbagai sistem kerja, seperti sistem pengapian, kelistrikan bodi, asesoris dan lainnya.
- arm rest* – komponen bodi otomotif sebagai penyangga (sandaran) lengan pada kendaraan, misalnya sandaran tangan pada kursi, juga pada door trim.
- attachment* – perangkat atau peralatan tambahan untuk mempermudah pekerjaan perbaikan kendaraan
- auto stop* – komponen yang berfungsi untuk menghentikan sistem kerja pada kendaraan pada kondisi tertentu.
- axle* – batang yang digunakan sebagai poros pada roda-roda kendaraan
- belt* – sabuk
- bracket* – konstruksi rangka yang digunakan untuk memasang komponen lainnya.
- bumper arm* – komponen penyangga bumper pada mobil (lengan) yang menghubungkan bumper kendaraan dengan rangka-chassis
- bumper sub* – sambungan bumper kendaraan, biasanya di bagian samping.
- center pillar* – bagian bodi kendaraan untuk menopang atap kendaraan, di sedan, digunakan untuk memisahkan pintu depan dan pintu belakang
- chassis* – rangka kendaraan yang digunakan sebagai menempelkan komponen yang lain.
- clip* – komponen pengunci untuk menempelkan komponen yang satu ke komponen yang lain, misal trim ke bodi kendaraan
- cobalt* - Cairan kimia berwarna kebiru-biruan sebagai bahan aktif pencampur katalis agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer

coil – lilitan atau kumparan dari kabel seperti pada koil pengapian atau transformator.

cold soldering – menyatukan beberapa komponen dengan cara menempelkannya dengan timah.

column switch – panel yang berisi saklar-saklar pada kemudi digunakan untuk mengoperasikan berbagai sistem oleh pengemudi.

composite – konstruksi rangka kendaraan dimana antara bodi kendaraan dan rangkanya terpisah dan banyak digunakan pada kendaraan lama dan pangangkut beban seperti bus dan truck.

constant voltage relay – komponen yang mengatur pembatasan tegangan untuk keamanan dari sirkuit kelistrikan.

crane – alat yang digunakan untuk memindahkan komponen yang berat, biasanya menggunakan konsep hidrolis/dongkrak.

crank arm – komponen sistem kemudi sebagai lengan yang menempelkan batang-batang kemudi dengan rangka kendaraan.

cutter – alat pemotong

dash panel – bagian bodi kendaraan bagian depan kendaraan yang memisahkan ruang mesin dengan ruang penumpang

deck lid – komponen bodi kendaraan sebagai tempat mengangkut barang (bagasi) di bagian belakang kendaraan.

distorsi – perubahan yang terjadi karena adanya pengaruh lain atau karena adanya perlakuan.

dolly – peralatan terbuat dari logam dengan bentuk dan ukuran bervariasi digunakan untuk melakukan perbaikan bodi kendaraan, seperti fender dan bodi lainnya

door regulator handle – alat untuk memutar kaca pintu pada kendaraan.

door trim – penutup pintu bagian dalam dari sebuah kendaraan, sekaligus sebagai pemanis atau hiasan dan difungsikan untuk menempelkan komponen-komponen lainnya.

epoxy – bahan untuk meratakan permukaan dari logam yang berbasah dasar plastik

ergonomi – suatu ilmu yang mempelajari kesesuaian antara alat bantu manusia dengan struktur tubuh manusia sehingga nyaman digunakan dan mengurangi kelelahan.

erosil – bahan seperti bedak putih, sebagai perekat mat agar fiberglass menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah

evaporator – pengubah panas dalam sistem AC yaitu merubah dari cair ke gas dan menyerap panas dari lingkungan sekitar

fading – perubahan warna dari aslinya sebagai akibat dari cuaca

fiberglass – bahan yang dibuat dari gabungan beberapa zat kimia (bahan komposit) yang akan mengeras setelah waktu tertentu.

frame – struktur dari bodi kendaraan yang terbuat dari logam sebagai dudukan dari mesin, roda-roda, dan kabin

fuel gauge – alat (sensor) yang digunakan untuk mengukur jumlah bensin di dalam tanki

fuse – komponen yang didesain (dibuat) untuk membuka sirkuit kelistrikan ketika terjadi hubungan singkat untuk mencegah kebakaran

fusible link – komponen kelistrikan yang terdiri dari kabel yang mudah putus ketika dilalui oleh arus yang besar, berfungsi untuk keamanan apabila terjadi hubung singkat.

grease – bahan padat yang digunakan untuk memberikan pelumasan pada komponen-komponen kendaraan yang bergerak.

halogen – salah satu jenis lampu depan kendaraan yang memiliki sinar lebih terang dari pada lampu biasa.

handle – merupakan alat pemegang, bisa berfungsi untuk memegang alat-alat tangan atau komponen kendaraan yang berfungsi untuk membuka pintu kendaraan.

hard soldering – menyatukan beberapa komponen dengan cara memberikan perlakuan panas, sehingga kedua bahan mencair bersama untuk membuat ikatan., misal las

hardwood – merupakan komponen kendaraan yang terbuat dari bahan adonan kayu yang dipress sehingga menjadi keras.

head lights – lampu-lampu pada bagian kendaraan untuk memberikan sinar yang cerah di depan kendaraan

headlining – bagian kendaraan yang berfungsi sebagai hiasan atap kendaraan bagian dalam atau plafon kendaraan.

hood – bagian dari bodi kendaraan yang dipasang di atas mesin sekaligus melindungi mesin

hydraulics – penggunaan zat cair bertekanan untuk memindahkan tenaga atau menaikkan tenaga

infra lamp – lampu infra untuk membantu proses pencampuran warna cat.

inside door handle – pegangan pintu bagian dalam dari kendaraan, juga berfungsi untuk membuka pintu dari arah dalam.

integral – konstruksi yang menyatu

jackstand – alat yang digunakan untuk menyangga kendaraan saat melakukan perbaikan dan dapat distel ketinggiannya.

junction block – komponen dari sirkuit kelistrikan yang berisi sambungan dari kabel baterai ke sistem-sistem lainnya.

katalis - cairan jernih dengan bau menyengat berfungsi sebagai pengering agar resin lebih cepat mengeras.

knuckle arm – komponen sistem kemudi yang berfungsi sebagai engsel yang menopang roda-roda depan agar tetap bisa dibelokkan.

laminated – bahan yang terbuat dari lembaran tipis

lid hange – gantungan dari lid (kap)

masking – bahan yang digunakan untuk menutup bodi kendaraan, biasanya melindungi bodi kendaraan yang tidak akan dicat.

mat - anyaman mirip kain (model anyaman halus/ kasar/ atau besar dan jarang-jarang berfungsi sebagai pelapis campuran/adonan dasar fiberglass, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras.

metallurgi – ilmu yang mempelajari tentang logam atau metal

mirror – kaca spion untuk bodi kendaraan atau cairan kimia kebiruan menyerupai spiritus untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan fiberglass agar tidak lengket dicetakannya.

monocoq – konstruksi rangka kendaraan dimana antara bodi kendaraan dan rangkanya menyatu dan banyak digunakan pada kendaraan sedan.

moulding – komponen bodi kendaraan sebagai pelindung bodi kendaraan, misal moulding pada pintu, melindungi pintu dari goresan ketika dibuka.

mounting bolt – baut dudukan mesin

packing – bahan yang digunakan untuk menempelkan komponen yang satu dengan lainnya terbuat dari kertas atau kertas khusus.

pigment – zat yang digunakan untuk memberikan warna pada bahan lain, seperti cat atau fiberglass.

polisher – alat yang digunakan untuk memoles bodi kendaraan yang digerakkan oleh motor listrik

polyurethene – bahan membuat busa pada kursi kendaraan.

porous – proses pengeroposan dari plat bodi kendaraan.

power steering – sistem pegemudian yang menggunakan tekanan hidrolis untuk meringankan kerja pengemudi ketika akan membelok

putty – bahan tipis yang digunakan untuk mengisi permukaan yang tidak rata pada bodi kendaraan (dempul)

ram – silinder yang berisi piston yang digerakkan menggunakan tekanan oli/ hidrolis yang digunakan untuk memperbaiki rangka dan bodi kendaraan

refrigerant – cairan yang digunakan untuk menyerap panas pada sistem AC

regulator – pengatur

relay – komponen kelistrikan untuk memperpendek sirkuit kelistrikan dan memperkuat arus yang mengalir

relay block – kumpulan relay

relay rod – batang penyambung

repainting – pengecatan ulang

reserve masking – melaksanakan penutupan pada bagian bodi kendaraan untuk pengecatan dengan jalan melipat masking kearah dalam untuk menghindari membentuknya batas cat lama dengan cat baru.

resin - bahan berbentuk cairan kental seperti lem, berkilir hitam atau bening yang berfungsi untuk mengencerkan semua bahan – bahan untuk membuat fiberglass

retainer – alat yang digunakan untuk menahan komponen lain, seperti kap mesin.

roof – atap kendaraan

rotary vane – jenis dari pompa yang memanfaatkan sirip-sirip (sudu), dan karena putaran menimbulkan gaya sentrifugal.

safety glass – kaca yang didesain untuk kendaraan yang memiliki sifat tidak membahayakan penumpang bila terjadi kecelakaan.

sander – mesin pengamplas yang digerakkan oleh listrik atau udara dengan gerakan lurus atau melingkar

sealed beam – lampu kendaraan yang terbungkus kaca tetap sehingga kalau bolamnya putus harus diganti sekalian rumahnya.

sealer – bahan kendaraan sebagai perekat komponen baik berbentuk cair ataupun padat.

shaft – poros

shielded metal arc welding/smaw – cara pengelasan busur nyala listrik dengan elektrode terbungkus..

shim – lembaran tipis yang digunakan untuk memberikan ketebalan tertentu.

soldering – proses menempelkan beberapa komponen dengan cara memanaskannya

solvent – bahan kimia cair yang digunakan untuk mengencerkan cat

spot repainting – pengecatan sebagian pada bodi kendaraan yang cacat atau rusak, dan harus sama dengan warna secara keseluruhan.

spray booth – ruangan yang digunakan untuk melakukan pengecatan dilengkapi dengan cahaya dan ventilasi yang cukup

steering gear – roda-roda gigi yang terdapat pada rumah roda kemudi.

steering linkage – sambungan-sambungan dari sistem kemudi.

steering main shaft – batang utama kemudi.

steering shaft center – pusat batang kemudi kendaraan

steering wheel – roda kemudi untuk membelokkan kendaraan.

stream lining – permukaan bodi kendaraan yang dapat meminimalkan hambatan sehingga mengurangi beban kendaraan

tack weld – melakukan pengelasan awal dengan jalan membuat las titik pada dua plat atau logam.

tensile strength – kekuatan tarik

thermistor – komponen yang berfungsi sebagai sensor dari sistem tertentu yang memiliki tahanan yang berubah-ubah tergantung panas.

tie rod – komponen sistem kemudi paling luar yang dekat dengan roda dan dapat distel untuk menentukan besarnya toe in/out.

tie root – batang yang menghubungkan pitman arm dan knuckle arm atau komponen yang menghubungkan roda depan kendaraan dengan mekanisme kemudi

tilt handle – pengatur ketinggian batang kemudi kendaraan.

track – penjejakan roda kendaraan

tubeless tire – roda kendaraan yang tidak memerlukan ban dalam.

vacuum – tekanan negatif di bawah tekanan udara atmosfer

vinil – bahan yang terbuat dari kain untuk interior kendaraan.

washer – alat yang digunakan untuk memompa air untuk membersihkan kaca ketika wiper dihidupkan.

welding – proses menyambung beberapa logam dengan jalan menyatukannya dengan panas

winshield – kaca depan kendaraan

wiper – alat yang digunakan untuk membersihkan kaca kendaraan.

wiring harness – kumpulan dari kabel-kabel dalam kendaraan yang disatukan untuk mempermudah perawatan dan perbaikan serta terlihat rapi.

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Konstruksi Bodi Otomotif	1
Gambar 1.2. Bentuk mobil modern.....	2
Gambar 1.3. Kendaraan berbahan plat	3
Gambar 1.4. Proses <i>assembly</i> (merakit) kendaraan	5
Gambar 1.5. Konstruksi <i>Composite body</i>	5
Gambar 1.6. Konstruksi Bodi Integral (<i>monocoq</i>)	6
Gambar 1.7. Konstruksi Rangka Bentuk H.....	7
Gambar 1.8. Konstruksi Rangka Perimeter.....	8
Gambar 1.9. Konstruksi Rangka Bentuk X	8
Gambar 1.10. Konstruksi Rangka Bentuk <i>Back Bone</i>	9
Gambar 1.11. Mendesain kendaraan <i>tempo</i> dulu	9
Gambar 1.12. Menggambar model mobil	10
Gambar 1.13. Desain komputer dan bentuk jadinya	10
Gambar 1.14. Prototipe mobil.....	11
Gambar 1.15. Menggambar desain eksterior	11
Gambar 1.16. Pembuatan model interior mobil.....	12
Gambar 1.17. Interior dan eksterior Kendaraan	12
Gambar 1.18. Skema mesin 4 dan 2 langkah	14
Gambar 1.19. Mesin mobil yang semakin kompak.....	16
Gambar 1.20. Penggunaan rivet dan nut	16
Gambar 1.21. Pengelasan <i>listrik</i>	17
Gambar 1.22. Pengelasan bodi mobil dengan robot.....	17
Gambar 1.23. Perbaikan bodi mobil	18
Gambar 1.24. Pengecatan bodi mobil	20
Gambar 1.25. Ruang pemanas	21
Gambar 1.26. Polishing menghilangkan goresan pada cat.....	21
Gambar 2.1. Bekerja harus memperhatikan K3	22
Gambar 2.2. Kecerobohan mengakibatkan kecelakaan.....	24
Gambar 2.3. Pahami karakter pekerjaan anda.....	24
Gambar 2.4. Kecerobohan berakibat fatal.....	26
Gambar 2.5. Tempat kerja yang tidak layak.....	27
Gambar 2.6. Peralatan pemotong plat	28
Gambar 2.7. Utamakan keselamatan	29
Gambar 2.8. Hati-hati terhadap transportasi bergerak.....	29
Gambar 2.9. Pastikan rangkaian kelistrikan aman	31
Gambar 2.10. Unsur terjadinya pembakaran	32
Gambar 2.11. Jagalah bahan-bahan yang berbahaya	34
Gambar 2.12. Instalasi pemadam kebakaran.....	35
Gambar 2.13. Tabung pemadam dan tanda bahaya.....	36
Gambar 2.14. Tanda keluar ketika terjadi kebakaran.....	36
Gambar 2.15. Pendidikan bahaya kebakaran kepada anak.....	37
Gambar 2.16. Memadamkan kebakaran dengan APAR	37

Gambar 3.1 Pensil	41
Gambar 3.2 Rautan	41
Gambar 3.3 Penghapus	42
Gambar 3.4. Mistar segitiga	42
Gambar 3.5. Satu Set Jangka	43
Gambar 3.6. Jangka Utama	43
Gambar 3.7. Sablon Huruf.....	44
Gambar 3.8. Mal Garis	44
Gambar 3.9. Mesin Gambar	45
Gambar 3.10. Huruf Miring	46
Gambar 3.11. Huruf Tegak	46
Gambar 3.12. Etiket 1.....	48
Gambar 3.13. Etiket 2.....	48
Gambar 3.14. Pembagian Garis-Garis Gambar	49
Gambar 3.15. Proyeksi.....	50
Gambar 3.16. Proyeksi Amerika	50
Gambar 3.17. Hasil Proyeksi Amerika.....	51
Gambar 3.18. Proyeksi Eropa	51
Gambar 3.19. Hasil Proyeksi Eropa	52
Gambar 3.20. Penunjukan Ukuran	53
Gambar 3.21. Penunjukan Ukuran Mendatar	53
Gambar 3.22. Toleransi.....	54
Gambar 4.1. Penggaris Segitiga	58
Gambar 4.2. Penggaris dengan skala metrik dan inchi.....	58
Gambar 4.3. Cara Pengukuran	59
Gambar 4.4. Penggaris Siku dan penggunaannya.....	59
Gambar 4.5. <i>Straightedge</i>	60
Gambar 4.6. Meter Pita	60
Gambar 4.7. Busur Derajat	61
Gambar 4.8. <i>Screwpitch Gauge</i> dan penggunaannya	62
Gambar 4.9 Jangka sorong dan bagan-bagiannya	62
Gambar 4.10 Jangka Sorong <i>Dial</i>	63
Gambar 4.11 Jangka Sorong Digital	63
Gambar 4.12 Penggunaan jangka sorong.....	64
Gambar 4.13 Jangka sorong mengukur kedalaman	64
Gambar 4.14 Dial Indikator	65
Gambar 4.15 Penggunaan dial indikator	65
Gambar 4.16 Mengukur <i>backlash</i> dan kelurusan	65
Gambar 4.17. <i>Wheel Alignment</i>	66
Gambar 4.18. <i>Spooring unit</i> dan <i>turning table</i>	66
Gambar 4.19. <i>Tram Gauge</i>	67
Gambar 4.20. <i>Balancer</i> Roda dan tang pengungkit	68
Gambar 4.21. Pengukur Tekanan Ban	69
Gambar 4.22. <i>Tracking</i>	70
Gambar 5.1.Tool Set Box	71

Gambar 5.2. Variasi Obeng	72
Gambar 5.3. Bagian dari Obeng	72
Gambar 5.4. Bentuk Mata Obeng	73
Gambar 5.5. Penggunaan Ketok	74
Gambar 5.6. Jenis Kunci Ring dan Pas	74
Gambar 5.7. Pilih Kunci yang Pas	75
Gambar 5.8. Kunci Sock Set	76
Gambar 5.9. Jenis Mata Sock	76
Gambar 5.10. Kunci Sock.....	77
Gambar 5.11. Sliding handle	77
Gambar 5.12. Speed handle	77
Gambar 5.13. Penggunaan speed handle	78
Gambar 5.14. <i>Ratchet handle</i>	78
Gambar 5.15. <i>Short extension</i>	78
Gambar 5.16. <i>Long extension</i>	79
Gambar 5.17. <i>Nut Spinner</i>	79
Gambar 5.18. <i>Universal Joint</i>	79
Gambar 5.19. Kunci Heksagonal (kunci L) & kunci bintang	80
Gambar 5.20. Kunci Inggris	81
Gambar 5.21. Kunci Inggris	81
Gambar 5.22. Penggunaan Kunci Inggris yang Salah	81
Gambar 5.23. Kunci Pipa	82
Gambar 5.24. Penggunaan Kunci Pipa	82
Gambar 5.25. Kunci Momen Mikrometer	83
Gambar 5.26. Kunci Momen Jarum	83
Gambar 5.27. Kunci Momen Dial	84
Gambar 5.28. Penggunaan Kunci Momen	84
Gambar 5.29. Tang Kombinasi dan pemotong sisi	85
Gambar 5.30. Tang Lancip dan Rivet	85
Gambar 5.31. Tang Betet dan balancer	85
Gambar 5.32. Tang Baterai	85
Gambar 5.33. Gunting Lurus	86
Gambar 5.34. Gunting Kurva.....	86
Gambar 5.35. Gunting lengkung	86
Gambar 5.36. Palu kepala ball-pen	87
Gambar 5.37. Palu kepala cross pen	87
Gambar 5.38. Palu Cakar	87
Gambar 5.39. Palu Martil	88
Gambar 5.40. Palu Karet	88
Gambar 5.41. Palu Plastik	88
Gambar 5.42. Palu Kayu	88
Gambar 5.43. Shrinking hammer	89
Gambar 5.44. Pick hammer	89
Gambar 5.45. Standar bumping hammer	89
Gambar 5.46. Penggunaan Palu Khusus	90
Gambar 5.47. Berbagai macam dolly	90

Gambar 5.48. Contoh penggunaan palu dan dolly	91
Gambar 5.49. Metode perataan <i>on-dolly</i>	91
Gambar 5.50. Metode perataan <i>off-dolly</i> ,	91
Gambar 5.51. Bentuk dan ukuran <i>body spoon</i>	92
Gambar 5.52. Penggunaan Body Spoon	92
Gambar 5.54. Senggang Gergaji	93
Gambar 5.55. Gergaji Mini	93
Gambar 5.56. Cara Menggunakan Gergaji yang benar	93
Gambar 5.57. Mata Kikir	94
Gambar 5.58. Gagang kikir	94
Gambar 5.59. Jenis Alur Kikir	94
Gambar 5.60. Jenis Kikir Bodi	95
Gambar 5.61. Pahat Set	96
Gambar 5.62. Jenis pahat	96
Gambar 5.63. Perbaikan pahat dengan gerinda	96
Gambar 5.64. Contoh penggunaan pahat	97
Gambar 5.65. Penitik	97
Gambar 5.66. Penggores biasa, ballpoint, dan perata	98
Gambar 5.67. Contoh Penggunaan Penggores	98
Gambar 5.68. Contoh Penggunaan Penggores perata	98
Gambar 5.69. Jangka	99
Gambar 5.70. Jangka penggores <i>out side</i>	99
Gambar 5.71. Jangka penggores <i>in side</i>	99
Gambar 5.72. Skrap	100
Gambar 5.73. Ragum meja	100
Gambar 5.74. Ragum portabel	101
Gambar 5.75. Pelapis penjepit ragum	101
Gambar 5.76. Ragum benda kerja yang akan di bor	101
Gambar 5.77. Sikat Kawat	102
Gambar 5.78. Sikat khusus untuk mesin	102
Gambar 5.79. Sikat kawat tembaga	103
Gambar 5.80. Kape dempul	103
Gambar 5.81. Tap dan ukurannya	104
Gambar 5.82. Tap ulir <i>whitwort</i>	104
Gambar 5.83. Tap ulir <i>metris</i>	105
Gambar 5.84. Gagang tap	105
Gambar 5.85. Gagang snei	106
Gambar 5.86. Snei ulir metris	106
Gambar 5.87. Snei ulir whitwort	106
Gambar 5.88. Snei ulir UNC	107
Gambar 5.89. <i>Bolt extractor</i>	107
Gambar 6.1. Kerusakan bodi ketika tabrakan	108
Gambar 6.2. Prinsip kerja hidrolik	109
Gambar 6.3. Penggunaan alat hidrolik	110
Gambar 6.4. Tekanan hidrolik	110
Gambar 6.5. <i>Single post car-lift</i>	111

Gambar 6.6. <i>Two post car-lift</i>	111
Gambar 6.7. <i>Four post car-lift</i>	112
Gambar 6.8. Dongkrak	113
Gambar 6.9. Dongkrak buaya	113
Gambar 6.10. <i>Portable crane</i>	114
Gambar 6.11. <i>Hydraulic power jack set</i>	115
Gambar 6.12. <i>Pump hydraulic power jack</i>	115
Gambar 6.13. Slang dan bagiannya	116
Gambar 6.14. <i>Ram</i> dan bagiannya	116
Gambar 6.15. <i>Push ram</i> dan <i>pull ram</i>	116
Gambar 6.16. <i>Ram</i> dan peralatan tambahan	117
Gambar 6.17. <i>Attachment</i>	117
Gambar 6.18. Penggunaan pengait pada rangka	118
Gambar 6.19. Menarik rangka dari lubang dipasang ulir.....	118
Gambar 6.20. Mencekam rangka pada anchor pot.....	118
Gambar 6.21. Menarik rangka menggunakan pengait L	118
Gambar 6.22. Arah menarik plat bodi.....	119
Gambar 6.23. Ditarik dan di pukul	119
Gambar 6.24. Mencekam bodi pada kedua sisi	119
Gambar 6.25. Penggunaan pengait untuk menarik bodi	119
Gambar 6.26. <i>Adaptor</i>	120
Gambar 6.27. <i>Push ram</i>	120
Gambar 6.28. <i>Ram</i> khusus berkekuatan besar.....	121
Gambar 6.29. Prinsip penarikan dengan <i>pull ram</i>	121
Gambar 6.30. <i>Pull ram</i> dan variasi peralatan tambahan	122
Gambar 6.31. Alat bantu rantai untuk <i>pull ram</i>	122
Gambar 6.32. Konsep hidrolis <i>body-frame traighteners</i>	123
Gambar 6.33. Menarik dengan klem	124
Gambar 6.34. <i>Portable body-frame straighttener</i>	124
Gambar 6.35. <i>Stationey body-frame straighteners</i>	125
Gambar 6.36. Menarik bodi dengan hydraulic jack	125
Gambar 6.37. Menarik <i>deck lid</i> dengan hydraulic jack	126
Gambar 6.38. Menarik atap dengan hydraulic jack	126
Gambar 6.39. Meluruskan rangka bodi komposit.....	126
Gambar 6.40. Meluruskan rangka bodi <i>monocoq</i>	127
Gambar 6.41. Posisi <i>anchor pots</i> pada lantai kendaraan	127
Gambar 6.42. <i>Anchor pots</i> , rantai dan penutupnya	128
Gambar 6.43. <i>Anchor pots</i> pada lantai 'lama'	129
Gambar 6.44. <i>Anchor pots</i> pada lantai 'baru'	129
Gambar 6.45. Arah mengunci anchor pots.....	130
Gambar 6.46. Contoh penggunaan <i>anchor pots</i>	130
Gambar 6.47. <i>Stasionary body-frame straighteners tipe 1</i>	131
Gambar 6.48. <i>Stasionary body-frame straighteners tipe 2</i>	131
Gambar 7.1. Pekerjaan Mengelas <i>Oxy-acetylene</i>	133
Gambar 7.2. Generator untuk Memproduksi Gas <i>Acetylene</i>	136
Gambar 7.3. Proses Nyala <i>Oxy-acetylene</i>	138

Gambar 7.4. Temperatur Nyala Api	138
Gambar 7.5. Bentuk Nyala Inti dan Karakteristiknya.....	139
Gambar 7.6. Api <i>Carburizing</i>	140
Gambar 7.7. Api <i>Oxidizing</i>	141
Gambar 7.8. Api Netral.....	141
Gambar 7.9. Ilustrasi pembuatan <i>Acetylene</i>	142
Gambar 7.10. Tabung <i>Acetylene</i>	143
Gambar 7.11. Penampang Tabung oksigen	144
Gambar 7.12. Katup Tabung Oksigen	145
Gambar 7.13. Penyimpanan <i>Acetylene</i> dan Oksigen.....	146
Gambar 7.14. Regulator <i>Acetylene</i> & Oksigen	147
Gambar 7.15. Membuang Kotoran Katup Tabung Oksigen	147
Gambar 7.16. Kunci Pembuka Katup Tabung.....	148
Gambar 7.17. Manometer	149
Gambar 7.18. Selang Las.....	149
Gambar 7.19. Konstruksi Selang Las.....	150
Gambar 7.20. Brander Las.....	151
Gambar 7.21. Penampang Brander Las.....	152
Gambar 7.22. Pembersih Moncong Brander.....	153
Gambar 7.23. Kunci Air Generator <i>Acetylene</i>	154
Gambar 7.24. Skema Kerja Kunci Air.....	155
Gambar 7.25. Katup Pengaman Nyala Balik	156
Gambar 7.26. Instalasi Las <i>Oxy-acetylene</i> Portabel	157
Gambar 7.27. <i>Apron</i> dan Sarung Tangan Las	158
Gambar 7.28. Kacamata Las <i>Oxy-acetylene</i>	158
Gambar 7.29. Korek Api Las	159
Gambar 7.30. Alat Pembersih Ujung Moncong Brander	159
Gambar 7.31. Pembersihan Ujung Moncong Brander	160
Gambar 7.32. Kereta Dorong untuk Peralatan Las Portabel.....	160
Gambar 7.33. Pembersihan Terak	161
Gambar 7.34. Sikat Kawat.....	161
Gambar 7.35. Tang Penjepit	161
Gambar 7.36. Alat Penghisap Asap Pengelasan	162
Gambar 7.37. Posisi Pemeriksaan Kebocoran Instalasi Las.....	163
Gambar 7.38. Jarak Nyala Api dan Temperatur Las	165
Gambar 7.39. Teknik Ayunan <i>Nozzle</i>	167
Gambar 7.40. Mengelas Tanpa Bahan Tambah	168
Gambar 7.41. Mengelas Kampuh I Pada Posisi <i>Flat</i>	169
Gambar 7.42. Mengelas Kampuh V Posisi <i>Flat</i>	170
Gambar 7.43. Mengelas Sambungan Berimpit	170
Gambar 7.44. Mengelas Kampuh T Posisi <i>Flat</i>	171
Gambar 7.45. Mengelas Kampuh Sudut Luar Posisi <i>Flat</i>	172
Gambar 7.46. Mengelas Posisi Horisontal Arah Maju (Kiri)	173
Gambar 7.47. Mengelas Horisontal Arah Mundur.....	173
Gambar 7.48. Posisi <i>Nozzle</i> & Bahan Tambah Vertikal	174
Gambar 7.49. Memulai Pengelasan Posisi Vertikal	174

Gambar 7.50. Gerakan <i>Nozzle</i> & Bahan Tambah Vertikal.....	175
Gambar 7.51. Jalur Lasan Posisi Vertikal	175
Gambar 7.52. Pengelasan Arah Maju Posisi <i>Overhead</i>	176
Gambar 7.53. Pengelasan Arah Mundur Posisi <i>Overhead</i>	176
Gambar 7.54. Dorongan Nyala Api Terhadap Kawah Lasan	177
Gambar 7.55. Mal Rigi-rigi.....	178
Gambar 7.56. Pengujian Ukuran Rigi-Rigi Lasan.....	179
Gambar 7.57. Pengujian Magnetis	179
Gambar 7.58. Pengujian dengan Rontgen	180
Gambar 7.59. Pemotongan dengan oxyacetylene.	180
Gambar 7.60. Brander Potong	181
Gambar 7.61. Proses Pemotongan	181
Gambar 7.62. Menyalakan Nyala Api Acetylene	183
Gambar 7.63. Jenis Nyala Api Potong	183
Gambar 7.64. Pemanasan dan Pemotongan	184
Gambar 7.65. Pemotongan Logam Tebal	185
Gambar 7.66. Pemotongan Besi Tuang	185
Gambar 8.1. Pekerjaan Mengelas busur nyala listrik	189
Gambar 8.2. Skema Dasar Las Busur Nyala Listrik	189
Gambar 8.3. Pembentukan Busur Nyala Listrik	190
Gambar 8.4. Peleburan Butiran Logam Busur Nyala Listrik.....	191
Gambar 8.5. Peleburan Butiran Logam Elektroda.....	191
Gambar 8.6. Kawah Lasan dan Sambungan Las.....	192
Gambar 8.7. Kecepatan, Busur Nyala dan Arus Pengelasan	194
Gambar 8.8. Mesin Las Busur Nyala Listrik	196
Gambar.8.9. Penurunan Tegangan Oleh <i>Transformator</i>	196
Gambar.8.10. Penyearahan Output Oleh <i>Rectifier</i>	197
Gambar.8.11. Perataan dan Penstabilan Tegangan	197
Gambar 8.12. Proses Kerja Mesin Las.....	198
Gambar 8.13. Mesin Las Busur Nyala Listrik	198
Gambar 8.14. Jenis Elektroda Las Busur Nyala Listrik	200
Gambar 8.15. Elektroda Terbungkus	200
Gambar 8.16. Pakaian Kerja dan Sarung Tangan Las.....	203
Gambar 8.17. Topeng Las Busur Listrik.....	204
Gambar 8.18. Sikat Kawat & Palu Terak.....	204
Gambar 8.19. Melaksanakan pengelasan.....	205
Gambar 8.20. Teknik Penyalaan Ayun.....	206
Gambar 8.21. Teknik Penyalaan Ketuk.....	207
Gambar 8.22. Posisi Elektroda pada sambungan celah	207
Gambar 8.23. Posisi Elektroda pada sambungan fillet.....	208
Gambar 8.24. Pola Ayunan Elektroda	209
Gambar 8.25. Pengaruh sudut elektroda	209
Gambar 8.26. Pengaruh panjang busur nyala elektroda.....	210
Gambar 8.27. Pengaruh kecepatan elektroda.....	210
Gambar 8.28. Karakter kualitas lasan yang buruk	210
Gambar 8.29. Karakter kualitas lasan yang baik.....	211

Gambar 8.30. Posisi Pengelasan Flat dan Horisontal.....	211
Gambar 8.31. Posisi Pengelasan Vertikal dan Atas Kepala.....	212
Gambar 8.32. Pengelasan Posisi Datar Sambungan Ujung	213
Gambar 8.33. Pengelasan Posisi Datar Sambungan T.....	214
Gambar 8.34. Pengelasan Datar Sambungan Tumpang	214
Gambar 8.36.a. Pengelasan Posisi Horisontal I.....	215
Gambar 8.36.b. Pengelasan Posisi Horisontal II.....	215
Gambar 8.37. Pengelasan Posisi Vertikal Satu Jalur	216
Gambar 8.38. Pengelasan Posisi Vertikal Lapis	217
Gambar 8.39. Pengelasan Posisi Vertikal Sambungan T	218
Gambar 8.40. Pengelasan Posisi Vertikal Tumpang.....	219
Gambar 8.41. Pengelasan Posisi Atas Kepala.....	220
Gambar 8.42. Pengelasan Posisi Atas Kepala Ujung	221
Gambar 9.1. Teknik Pematrian	229
Gambar 9.2. Prinsip Pematrian	231
Gambar 9.3. Bagan proses terjadinya ikatan patri	232
Gambar 9.4. Ikatan Pada Pematrian	233
Gambar 9.5. Lapisan Suatu Ikatan Patri Normal.....	233
Gambar 9.6. Grafik Pengaruh Besar Celah Pematrian	234
Gambar 9.7. Lebar Celah Pematrian.....	235
Gambar 9.8. Perbandingan Celah Pematrian	235
Gambar 9.9. Pengaturan Celah Pematrian	236
Gambar 9.10. Proses Kerja Bahan Pelumer	238
Gambar 9.11. Bahan Pelumer pada Pematrian	239
Gambar 9.12. Pematrian dengan Gas Pelindung	241
Gambar 9.13. Tahap Lebur Patri	241
Gambar 9.14. Pematrian Celah.....	245
Gambar 9.15. Pematrian Sambungan.....	245
Gambar 9.16. Pematrian dengan Tuas Patri.....	246
Gambar 9.17. Pematrian dengan Api	246
Gambar 9.18. Pematrian Tungku	247
Gambar 9.19. Pematrian Tahanan	248
Gambar 9.20. Pematrian Imbas	249
Gambar 9.21. Tuas Patri	251
Gambar 9.22. Tuas Patri Listrik (Solder Listrik).....	251
Gambar 9.23. Berbagai Model Mesin Patri Otomatis	252
Gambar 9.24. Sambungan Pekerjaan Pematrian Keras	255
Gambar 9.25. Perbandingan Celah Patri Kuningan & Perak	256
Gambar 9.26. Pematrian keras di udara bebas.....	259
Gambar 9.27. Pematrian keras Pada Ruang	259
Gambar 9.28. Pematrian Baja dengan Gas Argon	259
Gambar 9.29. Pematrian dengan Sepatu Kabel.....	264
Gambar 9.30. Pematrian Ujung-ujung Kawat dan Kabel.....	265
Gambar 10.1. Sambungan Tumpang	269
Gambar 10.2. Sambungan Ujung.....	269
Gambar 10.3. <i>Solid Rivets</i>	270

Gambar 10.4. Prosedur pengelingan	273
Gambar 10.5. Konstruksi <i>Blind Rivets</i>	274
Gambar 10.6. Pozidriv Head Self-Tapping Screws	275
Gambar 10.7. <i>Spat System Screws</i>	276
Gambar 10.8. <i>Screw Nails</i>	276
Gambar 10.9. <i>Steel Hammer Driven Screws</i>	277
Gambar 10.10. <i>Set Screws</i>	277
Gambar 10.11. <i>Clinch Nut (Hank Rivet Bushes)</i>	284
Gambar 10.12. Proses pemasangan <i>clinch nut</i>	284
Gambar 10.13. <i>Plastic Nuts</i>	285
Gambar 10.14. Konstruksi <i>Nyloc& Clevelock Nuts</i>	285
Gambar 10.15. Konstruksi <i>Spire Speed Nuts</i>	286
Gambar 10.16. Konstruksi <i>Captive Nut “U” – Type</i>	288
Gambar 10.17. Konstruksi <i>Captive nut “J” – type</i>	290
Gambar 10.18. Beberapa jenis <i>Captive nut “J” – type</i>	290
Gambar 10.19. Konstruksi dan Pemasangan <i>Grip Nuts</i>	291
Gambar 10.20. Konstruksi dan Pemasangan <i>Cable Clips</i>	291
Gambar 10.21. <i>The Avdelok System</i>	294
Gambar 10.22. Proses Pemasangan <i>Avdelok system</i>	295
Gambar 10.23. <i>The Avlok system</i>	296
Gambar 10.24. Proses Pemasangan <i>Avlok system</i>	297
Gambar 10.25. Konstruksi <i>Nutsert system</i>	298
Gambar 10.26. Konstruksi <i>Jo-bolt System</i>	299
Gambar 10.27. <i>Simple Push-On Clips</i>	300
Gambar 10.28. Konstruksi <i>Tubular clips</i> Blanked-types)	301
Gambar 10.29. <i>Pin & grommet</i>	302
Gambar 10.30. Posisi <i>Pin & grommet</i>	302
Gambar 10.31. <i>Push Button</i>	303
Gambar 10.32. <i>Cable Retainers</i>	306
Gambar 10.33. Peralatan dan Aplikasi Adhesif	308
Gambar 10.34. Aplikasi sealer pada body kendaraan.....	309
Gambar 10.35. Aplikasi precuring sealer dan sealer biasa	310
Gambar 10.36. Alur pekerjaan aplikasi sealer	310
Gambar 10.37. Menajamkan nozzle dan tempat aplikasinya.....	311
Gambar 10.38. Bentuk ujung nozzle catridge dan hasilnya.	311
Gambar 10.39. Aplikasi sealer	312
Gambar 10.40. Hasil sealer yang baik	313
Gambar 10.41. Penekanan dan kecepatan aplikasi sealer.....	313
Gambar 10.42. Arah aplikasi sealer.	313
Gambar 10.43. Sudut aplikasi sealer.	314
Gambar 11.1. Pekerjaan dengan Peralatan Abrasif.....	315
Gambar 11.2. Material Abrasif.....	316
Gambar 11.3. Polisher.....	317
Gambar 11.4. Pelekatan Lapisan Terbuka.....	319
Gambar 11.5. Pelekatan Lapisan Tertutup.....	319
Gambar 11.6. Amplas Berbentuk Lembaran	321

Gambar 11.7. Amplas sabuk dan Belt Sander	321
Gambar 11.8. Amplas Spiral (Roll).....	322
Gambar 11.9. Grinding wheel.....	322
Gambar 11.10. Pemasangan Roda gerinda.....	323
Gambar 11.11. Berbagai Material Abrasif Roda gerinda.....	323
Gambar 11.12. Roda gerinda Dari Bahan Diamond	324
Gambar 11.13. Roda gerinda Bahan Cubic Boron Nitride	324
Gambar 11.14. Hand Block	325
Gambar 11.15. Pneumatic Sander	326
Gambar 11.16. Single Action Sander	326
Gambar 11.17. Orbital Action Sander	327
Gambar 11.18. Dual Action Sander.....	327
Gambar 11.19. Mesin Gerinda Tangan	328
Gambar 11.20. Pekerjaan Menggerinda	329
Gambar 11.21. Mesin Gerinda Duduk.....	329
Gambar 11.22. Mesin Gerinda Potong.....	330
Gambar 11.23. Menggunakan Mesin Gerinda Potong	330
Gambar 11.24. Sarung Tangan Kulit.....	331
Gambar 11.25 Kacamata Gerinda.....	332
Gambar 11.26. Menyetel Dudukan Gerinda	332
Gambar 12.1. Komponen bodi yang terbuat dari <i>fiberglass</i>	335
Gambar 12.2. Resin	336
Gambar 12.3. Katalis	337
Gambar 12.4. Mat	337
Gambar 12.5. Mirror	339
Gambar 12.6. Kuas	339
Gambar 12.7. Gunting	340
Gambar 12.8. Adonan <i>fiberglass</i>	341
Gambar 12.9. Adonan <i>Fiberglass</i> Diratakan	343
Gambar 13.1 Konstruksi Luar Bodi Sedan	345
Gambar 13.2 Konstruksi rangka.....	346
Gambar 13.3 Konstruksi Lantai (Under Body).....	347
Gambar 13.4 Konstruksi pengunci <i>engine hood</i>	348
Gambar 13.5 <i>Engine hood</i>	349
Gambar 13.7 Konstruksi engsel <i>engine hood</i>	350
Gambar 13.8 Penyetelan <i>hood lock</i>	351
Gambar 13.9. Konstruksi <i>fender</i>	353
Gambar 13.10 Komponen <i>Fender</i>	354
Gambar 13.11 Konstruksi <i>Cowl dan Dash</i>	355
Gambar 13.12 Konstruksi <i>Atap (Roof)</i>	355
Gambar 13.13 Konstruksi <i>Pillar</i> Tengah.....	356
Gambar 13.14 Konstruksi Pintu Depan dan Belakang	357
Gambar 13.15 Konstruksi Pintu.....	358
Gambar 13.17 Konstruksi door glass, regulator dan door.....	361
Gambar 13.16 Penyetelan engsel dan <i>lock striker</i> pintu	361
Gambar 13.18 Konstruksi Deck lid lock.....	362

Gambar 13.19 Konstruksi <i>Deck lid/Boot Lid</i>	363
Gambar 13.21 Konstruksi <i>Bumper</i>	364
Gambar 13.22 <i>Wind shield</i>	365
Gambar 13.23 <i>Konstruksi Pemasangan Roof Head lining</i>	366
Gambar 13.24 Bagian <i>headlining roof yang dilem</i>	367
Gambar 13.25 Pemasangan <i>retainer</i>	368
Gambar 13.25 Penempelan <i>roof headlining pada bodi</i>	368
Gambar 13.26 <i>Seats</i>	369
Gambar 13.27 Konstruksi Tempat duduk.....	370
Gambar 13.28 Konstruksi Panel Instrumen.....	371
Gambar 13.29 Konstruksi <i>Grill dan Moulding</i>	372
Gambar 14.1 <i>Laminated glass</i>	374
Gambar 14.2 Peralatan perbaikan kaca.....	376
Gambar 14.3 <i>Sealent gun</i>	377
Gambar 14.4 <i>Sealent temperatur rendah dan tinggi</i>	377
Gambar 14.5 Tipe pipih, oval dan bulat.....	377
Gambar 14.6 Tipe khusus dan adaptor	378
Gambar 14.7 Peralatan mengebor kaca untuk injeksi.....	378
Gambar 14.8 Peralatan perbaikan kaca.....	379
Gambar 14.9 Macam sealent dan sealent gun tipe listrik.....	379
Gambar 14.10 Komponen kaca depan.....	380
Gambar 14.11 <i>Retainer</i>	381
Gambar 14.12 Melepas <i>moulding</i>	381
Gambar 14.13 Melepas <i>weatherstrip</i> dengan pemanas.....	381
Gambar 14.14 Melepas karet kaca dengan pisau razor.....	382
Gambar 14.15 Melepas karet kaca	382
Gambar 14.16 Pemotongan bisa dilakukan sendiri.....	382
Gambar 14.17 Pelepasan Kaca	383
Gambar 14.18 Tambang untuk pemasangan kaca depan	383
Gambar 14.19 Cara menggunakan sealant gun	384
Gambar 14.20 Ujung dari sealant disesuaikan.....	384
Gambar 14.21 Posisi tambang saat akan pemasangan.....	384
Gambar 14.22 Memasukkan tambang ke karet kaca.....	385
Gambar 14.23 Pemukulan kaca ke flange bodi.....	385
Gambar 14.24 Komponen kaca belakang	386
Gambar 14.25 Melepas kaca belakang.....	387
Gambar 14.26 Mengangkat kaca dengan vacuum cup.....	388
Gambar 14.27 Alat pengangkat vacuum cup	388
Gambar 14.28 Defogger pada kaca belakang.....	389
Gambar 14.29 Konstruksi kaca pintu	389
Gambar 14.30 Konstruksi kaca tetap	390
Gambar 14.31 Regulator kaca samping.....	390
Gambar 14.32 Konstruksi kaca membuka samping.....	391
Gambar 15.1 Tegangan normal dan tegangan geser	394
Gambar 15.2 Regangan linier dan regangan geser	395
Gambar 15.3 Diagram regangan tegangan	396

Gambar 15.4 Kerusakan bodi akibat tabrakan	397
Gambar 15.5 Proses menekuk.....	397
Gambar 15.6 Bagian tekukan memiliki konstruksi lebih kuat	398
Gambar 15.7 Bagian dilas dan kompresi akan menjadi kuat	398
Gambar 15.8 Menggunakan vacuum cup	400
Gambar 15.9 Menggunakan bumping spoon	400
Gambar 15.10 Menarik dengan melubangi panel	401
Gambar 15.11 Peralatan perbaikan bodi hidrolik	402
Gambar 15.12 Panel ditarik dengan baut atau dilubangi	402
Gambar 15.13 Menggunakan <i>pry bar</i>	403
Gambar 15.14 Teknik <i>on-dolly hammering</i>	404
Gambar 15.15 Urutan memukul teknik <i>on-dolly hammer</i>	404
Gambar 15.16 Melatih pukulan	405
Gambar 15.17 Meratakan plat.....	406
Gambar 15.18 Teknik <i>off-dolly hammer</i>	406
Gambar 15.19 Arah pengikiran	407
Gambar 15.20 Teknik <i>hot shrinking</i>	407
Gambar 15.21 Bentuk plat yang dipanasi	408
Gambar 16.1. Baterai	411
Gambar 16.2. Konstruksi kabel tegangan rendah.....	412
Gambar 16.3. Kabel pengapian.....	412
Gambar 16.4. Konstruksi kabel berisolasi	413
Gambar 16.5 Pelindung Kabel	413
Gambar 16.6. Junction Block dan relay block	414
Gambar 16.7. Pengaman <i>fusible link</i> , <i>relay</i> dan <i>fuse</i>	414
Gambar 16.8. Baut massa pada bodi.....	415
Gambar 16.9. Pemasangan fuse	416
Gambar 16.10. Macam Konektor	416
Gambar 16.11. Sekring cartridge dan blade.....	417
Gambar 16.12. Fusible link.....	418
Gambar 16.13. Circuit breaker	419
Gambar 16.14. Switch (saklar)	420
Gambar 16.15. Relay	420
Gambar 16.16. Relay, konstruksi dan simbolnya	420
Gambar 16.17. Aplikasi relay pada lampu utama.....	421
Gambar 16.18. Wiring Diagram Sederhana	421
Gambar 16.19. Contoh simbol-simbol komponen elektronik.....	422
Gambar 16.20. Lampu penerangan	422
Gambar 16.21. Lampu belakang	423
Gambar 16.22. Dimmer switch	423
Gambar 16.23. Lampu utama tipe sealed	424
Gambar 16.24. Konstruksi Bola Lampu Biasa dan Halogen	424
Gambar 16.25. <i>Coloumb Switch</i>	425
Gambar 16.26. Lampu rem	425
Gambar 16.27 Lampu sein ketika bekerja.....	426
Gambar 16.28. Lampu kota dan plat nomor	426

Gambar 16.29. Lampu hazard ketika bekerja	427
Gambar 16.30. Lampu mundur ketika bekerja	427
Gambar 16.31. Lampu ruangan ketika bekerja	427
Gambar 16.32. Lampu depan.....	428
Gambar 16.33. Menyetel jarak lampu	428
Gambar 16.34. Lampu Kombinasi.....	430
Gambar 16.35. Konstruksi <i>wiper</i> depan dan belakang.....	430
Gambar 16.36. <i>Motor wiper</i>	431
Gambar 16.37. Gerakan <i>wiper</i>	431
Gambar 16.38. Tuas <i>Wiper</i>	432
Gambar 16.39. <i>Wiper Blade</i>	432
Gambar 16.40. <i>Washer</i>	433
Gambar 16.41. <i>Tangki Washer</i>	433
Gambar 16.42. <i>Motor Washer</i>	434
Gambar 16.43. Circuit diagram <i>motor wiper</i>	435
Gambar 16.44. Meter Kombinasi.....	436
Gambar 16.45. <i>Fuel gauge unit (sensor)</i> dan <i>fuel gauge</i>	437
Gambar 16.46. <i>Temperatur gauge</i>	438
Gambar 16.47. Diagram alir refrigrant.....	440
Gambar 17.1. Kompresor <i>two stage</i>	442
Gambar 17.2. Unit kompresor berpengerak motor listrik.....	443
Gambar 17.3. Unit kompresor dengan pengerak motor	443
Gambar 17.4. Air pipe line/ saluran pemipaan	444
Gambar 17.5. <i>Regulator</i> dan <i>Filter Udara (Transformer)</i>	445
Gambar 17.6. Selang Fleksibel <i>spiral</i>	446
Gambar 17.7. Selang Fleksibel <i>roll</i>	446
Gambar 17.8. Bagian dalam ruang cat (<i>Spray Booths</i>).....	447
Gambar 17.9. Ruang Cat (<i>Spray Booths</i>)	447
Gambar 17.10 Ruang multi fungsi untuk pengecatan dan oven	448
Gambar 17.11 Lampu pemanas pada oven.....	449
Gambar 17.12 Prinsip kevakuman	449
Gambar 17.13 Atomisasi cat	450
Gambar 17.14 Tipe spraygun.....	450
Gambar 17.15 Konstruksi <i>Spraygun</i>	451
Gambar 17.16 Setelan fluida.....	451
Gambar 17.17 <i>Fan spreader</i>	452
Gambar 17.18 Setelan Udara.....	452
Gambar 17.19 <i>Fluid tip</i>	453
Gambar 17.20 Cap	453
Gambar 17.21 Kipas.....	454
Gambar 17.22 Kerja <i>spraygun</i>	454
Gambar 17.23 Konstruksi <i>spraygun</i>	455
Gambar 17.24 <i>Spraygun</i> model <i>pressure-feed</i>	456
Gambar 17.25 Kerugian <i>spraygun</i> model <i>pressure-feed</i>	457
Gambar 17.26 <i>Spraygun</i> model <i>grafity-feed</i>	457
Gambar 17.27 <i>Spraygun</i> model <i>pressure-feed</i>	458

Gambar 17.28 Aliran <i>Spraygun</i> Model <i>Pressure-feed</i>	458
Gambar 17.29 Tangki Cat <i>Spraygun</i> model <i>Pressure-feed</i>	459
Gambar 17.30 <i>Pen Brush Kit</i>	459
Gambar 17.31 Blok Tangan	460
Gambar 17.32 <i>Sanders</i> Tipe Elektrik	460
Gambar 17.33 <i>Sanders</i> Tipe <i>Pneumatic</i>	460
Gambar 17.34 Batang pengaduk/ <i>paddle</i>	461
Gambar 17.35 <i>Spatula</i> /pisau dempul/kape	461
Gambar 17.36 Pistol Udara/ <i>Duster</i>	462
Gambar 17.37 <i>Mixing Plate</i>	462
Gambar 17.38 Kertas <i>Masking</i> dan Mesin Pemotongnya	463
Gambar 17.39 <i>Masker</i> Pernafasan	463
Gambar 18.1 Amplas tipe rol dan lembaran.....	465
Gambar 18.2 Permukaan kikis amplas.....	466
Gambar 18.3 Amplas fiber.....	467
Gambar 18.4 <i>Air Polisher</i>	468
Gambar 18.5 <i>Masking Paper</i>	472
Gambar 18.6 <i>Spesial Masking Cover</i>	473
Gambar 18.7 <i>Masking Tape</i>	474
Gambar 18.8 <i>Gap Tape</i>	475
Gambar 18.9 <i>Masking</i> untuk <i>weatherstrip</i>	475
Gambar 19.1 <i>Spot Repainting</i>	479
Gambar 19.2 <i>Spot Repainting Reverse Masking</i>	479
Gambar 19.3 <i>Masking</i> pintu	479
Gambar 19.4 <i>Masking</i> Blok <i>Repainting</i>	480
Gambar 19.5 <i>Masking</i> quarter panel	480
Gambar 19.6 <i>Masking</i> Ujung Kendaraan	481
Gambar 19.7 <i>Border</i> pada gap diantara panel-panel	481
Gambar 19.8. <i>Border</i> pada <i>body sealer</i>	482
Gambar 19.9 <i>Masking</i> tape pada lebar <i>body sealer</i>	482
Gambar 19.10 <i>Border</i> pada garis karakter	483
Gambar 19.11 <i>Border</i> pada bagian yang rata	483
Gambar 19.12 Bagian Kendaraan yg dimasking lepas	484
Gambar 19.13 <i>Border Masking</i> pintu belakang	484
Gambar 19.14 <i>Masking</i> pada handel luar pintu belakang	484
Gambar 19.15 <i>Masking</i> bagian lipatan pintu belakang	485
Gambar 19.16 <i>Masking</i> area belt molding.....	486
Gambar 19.17 <i>Masking</i> bagian luar pintu belakang	486
Gambar 19.18 <i>Masking</i> area flange depan pintu belakang.....	487
Gambar 19.19 <i>Masking</i> bagian dalam pintu depan	487
Gambar 19.20 Pemasangan vinyl sheet	488
Gambar 19.21 <i>Masking</i> tepi belakang pintu depan	488
Gambar 19.22 <i>Masking</i> kaca pintu belakang.	488
Gambar 19.23 <i>Masking</i> quarter panel kendaraan	489
Gambar 19.24 <i>Masking</i> rumah roda dan roda.....	489

Gambar 19.25 Menggerakkan Spray Gun	490
Gambar 19.26 Jarak yang sesuai	490
Gambar 19.27 Jarak pengecatan.....	491
Gambar 19.28 Posisi penyemprotan.....	491
Gambar 19.29 Kecepatan konstan	492
Gambar 19.30 <i>Over lapping vertikal</i>	493
Gambar 19.31 <i>Over lapping horizontal</i>	493
Gambar 19.32 Pengecatan sudut	494
Gambar 19.33 Over lapping pada sambungan	494
Gambar 19.34 <i>Spot repainting</i>	497
Gambar 19.35 Membersihkan <i>spraygun</i>	497

ISBN 978-979-060-051-5
ISBN 978-979-060-054-6

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 14,498.00